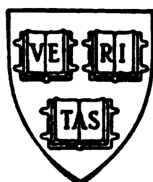

VE
RI
TAS

ANNALES HÉBERT

ANNALES
DE
STRATIGRAPHIE ET DE PALÉONTOLOGIE
DU
LABORATOIRE DE GÉOLOGIE
DE
LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

Publiées sous les auspices de la Faculté
ET SOUS LA DIRECTION DE
M. MUNIER-CHALMAS.
Professeur de géologie à la Faculté des sciences.

TOME I.

Avec 7 Planches et 3 Cartes.

PARIS,
SAVY, ÉDITEUR.
77, Boulevard Saint-Germain, 77.
1892.

ANNALES HÉBERT

ANNALES

DE

STRATIGRAPHIE ET DE PALÉONTOLOGIE

DU

LABORATOIRE DE GÉOLOGIE

DE

LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

Publiées sous les auspices de la Faculté

ET SOUS LA DIRECTION DE

M. MUNIER-CHALMAS.

Professeur de géologie à la Faculté des sciences.

TOME I.

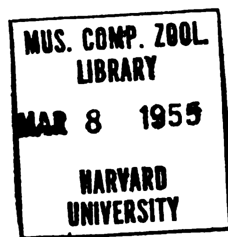
Avec 7 Planches et 3 Cartes.

PARIS,

SAVY, ÉDITEUR.

77, Boulevard Saint-Germain, 77.

1892.



Echange —

A LA MÉMOIRE

D'EDMOND HÉBERT

RECHERCHES GÉOLOGIQUES

SUR LES

TERRAINS SECONDAIRES ET TERTIAIRES

DE LA

PROVINCE D'ALICANTE

ET

DU SUD DE LA PROVINCE DE VALENCE

par René NICKLÈS.

INTRODUCTION.

La région du Sud-Est de l'Espagne qui m'a servi de champ d'études et sur la constitution géologique de laquelle je vais donner quelques détails, est comprise entre Valence, les environs d'Alicante et le cap de la Nao.

Peu de travaux d'ensemble concernent cette région qui embrasse le Sud de la province de Valence et l'Est de la province d'Alicante. Les notes et mémoires de de Verneuil, Collomb et Lorière, de MM. de Botella y de Hornos, de Cortazar et Vilanova y Piera, comprennent à peu près tout ce qui a été publié sur cette partie de l'Espagne. C'est sur le conseil de MM. Munier-Chalmas et

Cotteau que je me suis dirigé vers cette région, d'abord avec le but d'étudier spécialement le Crétacé supérieur de Cuatretonda, et la remarquable faune d'Echinides de Callosa de Ensarria (Éocène moyen), qu'avaient fait connaître les échantillons recueillis par M. Vilanova. J'ai étendu mon étude à tous les terrains que j'ai rencontrés : je me suis néanmoins attaché particulièrement au terrain crétacé.

Les travaux de de Verneuil avaient signalé l'existence d'une riche faune néocomienne dans la Sierra Mariola : le gisement de la Querola, qui doit être la localité signalée jadis par l'éminent géologue français, m'a fourni des matériaux qui m'ont permis de figurer les cloisons encore inconnues d'un certain nombre d'espèces de *Pulchellia*, *Holcodiscus*, etc....

L'Aptien à Céphalopodes, les divers faciès du Gault, qu'on n'avait pas encore signalés dans cette région m'ont procuré d'intéressants documents, dont quelques-uns sont décrits dans ce travail.

Le Crétacé supérieur, si bien développé dans ses étages inférieur et supérieur (Cénomanien, Maëstrichtien, Garumnien) m'a fourni très peu de fossiles dans la partie moyenne (Turonien et Sénonien). Son existence avait été brièvement indiquée par M. Vilanova.

Je n'insisterai point sur les terrains tertiaires ; je ne donnerai, sur eux, que quelques observations ; leur étude, très compliquée, eût été fort longue en raison des dislocations violentes qui ont éprouvé la zone où ils sont représentés.

Huit mois de recherches sur le terrain m'ont été nécessaires pour analyser en détail les points dont j'ai abordé l'étude ; j'ai cherché, en effet, dans ce travail, à décrire quatre régions qui me paraissent, mieux que toutes autres, pouvoir

servir de types à l'étude stratigraphique du Sud-Est de l'Espagne. Ces régions sont :

1° *La Sierra de Foncalent* et la *Serreta Negra* (Ouest d'Alicante) ;

2° *Les environs d'Alcôy* et la *Sierra Mariola* ;

3° *La Marina* (Callosa de Ensarria, Altea, Orcheta) ;

4° *Les environs de Cuatretonda* (Beniganim, Sud de la province de Valence) ;

Un séjour de quelques semaines en Andalousie (prov. de Jaën) m'a permis en outre de reconnaître dans la *Sierra Magina*, aux environs de Mancha Real, l'existence du Lias, du Cénomanien, du Maëstrichtien et de couches pouvant se rapporter au Gault.

Le manque absolu, pour la région étudiée ici, de cartes topographiques comparables à la carte de l'État-major français m'a souvent embarrassé dans l'exécution des esquisses géologiques que je joins à ce travail, notamment des planches IV et V. Cependant, la carte de Coello au 200 millième, de la province d'Alicante, m'a servi de base topographique pour la région de Callosa de Ensarria (planche VI). Bien que peu détaillée, cette carte m'a été fort utile, sinon pour dresser les contours des affleurements, du moins pour me guider dans mes excursions, et me permettre de reconnaître facilement les grands traits de l'orographie de cette province.

Je ne parlerai pas des difficultés matérielles qui ont parfois surgi au cours de ces voyages : ce serait sortir du cadre que je me suis imposé. Dans mon second et mon troisième voyage, ces difficultés ont été aplanies par la mission dont M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu me charger sur la proposition de mon regretté maître M. Hébert, enlevé l'an dernier à

l'affection de ses élèves, et dont je tiens à rappeler la mémoire au commencement de ce travail, en souvenir de sa grande bienveillance envers moi, — et de M. Fouqué, l'éminent professeur du Collège de France, que je prie d'agréer l'expression de ma profonde gratitude.

Le général Ibañez, ancien Directeur de l'Institut géographique de Madrid, m'a, par ses puissantes recommandations, facilité considérablement la tâche que j'avais entreprise: aussi je tiens à rappeler ici le gracieux accueil que faisait toujours aux Français le regretté général espagnol.

Je tiens à honneur de témoigner ma vive gratitude aux savants espagnols qui m'ont aidé de leurs recommandations et de leurs conseils, à M. de Botella y de Hornos, Inspecteur général des mines, dont l'accueil gracieux et les précieuses indications m'ont grandement facilité l'étude des environs de Mancha Real, et de la province d'Alicante; à M. de Cortazar, ingénieur en chef des mines, à M. Merino, directeur de l'Observatoire de Madrid; à M. de Arrillaga, aujourd'hui Directeur de l'Institut géographique d'Espagne; à M. Vilanova y Piera, professeur au Museum de Madrid, qui, par une lettre d'introduction auprès de M. Salva, de Callosa de Ensarria, m'a facilité l'accès des gisements des régions d'Alfàz et de Callosa.

Je tiens également à exprimer ma gratitude à MM. Pollio, consul de France à Valence, et Rousseau, consul à Alicante lors de mon dernier voyage, aujourd'hui à Syra (Grèce), et à M. Stevenin, ingénieur en chef de l'Exploitation du chemin de fer de Valence à Utiel, pour l'aimable accueil qu'ils m'ont fait.

L'étude des matériaux que j'ai recueillis a été faite au

laboratoire de Recherches géologiques de la Sorbonne. Je prie son éminent directeur, M. Munier-Chalmas, d'agréer la dédicace de ce travail en reconnaissance des savants conseils que j'ai reçus de lui et de l'affectueuse bienveillance qu'il m'a témoignée.

J'ai souvent mis à contribution la grande obligeance de M. Douvillé qui m'a ouvert l'accès de la collection de Verneuil à l'École des Mines, et dont la haute compétence en tout ce qui se rattache aux Rudistes et aux Ammonitidés m'a été souvent du plus grand secours, et de M. G. Cotteau, qui vient de publier récemment un remarquable travail sur les Echinides de Callosa.

Je prie aussi MM. Gaudry et Fischer d'agréer l'expression de ma reconnaissance pour la bienveillance avec laquelle ils m'ont permis de consulter la collection d'Orbigny au Museum.

Je tiens à adresser mes remercîments sincères à mon excellent parent, le commandant Defforges, dont la haute compétence en tout ce qui touche aux questions de géodésie et d'optique m'a été d'un grand secours ; — à MM. Lacroix, Bergeron, Haug, Kilian, Seunes, Dautzenberg et Dereims pour le concours qu'ils m'ont amicalement prêté.

Au cours de mes voyages en Espagne, j'ai été obligeamment aidé : dans la province d'Alicante, à Alcòy par MM. Botella y Mataïx, Julia, Moltò, Vilaplana, Puig-Perez ; — par MM. Reig et Moltò de Concentaina ; — Salva, de Callosa de Ensarria ; — Vicente Garcia, d'Orcheta et par son fils Salvador Garcia, professeur à l'Institut de Castellon de la Plana ;

Dans la province de Valence, par MM. Camilo Benavent, Valor, Rubio, de Cuatretonda ; — Ubeda, Bonet, d'Albaïda ; — Claur, d'Onteniente ;

Dans la province de Jaen, par MM. Villa, Cyriaco Yriarte et Folache, de Jaen; — par MM. Emilio Medina, de Mancha Real et Jimenez Hidalgo, de Torres.

Enfin je ne saurais oublier de citer ici mon brave et fidèle guide Antonio Valor y Paya, d'Alcòy, dont l'intelligence et le dévouement m'ont rendu pendant mes trois voyages d'inappréciables services.

I. — OROGRAPHIE & HYDROGRAPHIE.

1° ASPECT DU LITTORAL.

Dans ses traits généraux, la côte, comprise entre Valence et Alicante, présente une grande simplicité : deux arcs de courbe venant se couper vers l'Est aux environs du cap San Antonio et du cap de la Nao. Si l'on examine ces deux arcs de près, et surtout si l'on suit le littoral, on les voit présentant chacun un caractère bien spécial. Le plus septentrional d'entre eux, celui qui s'étend de Valence au cap San Antonio est presque uniquement formé par des plages interrompues seulement par la pointe rocheuse de Cullera et plus au Sud par les flancs du Mongo : aussi cette côte qui plonge faiblement n'offre pas d'abord facile aux navires de grand tonnage.

Tout autre est l'allure de l'arc le plus méridional, celui qui va du cap de la Nao à Alicante : l'aspect en est très varié, et les plages peu nombreuses, sont fréquemment interrompues par des promontoires se dressant au-dessus de la mer et la surplombant même quelquefois de 500^{m} de hauteur (pointe de Ifach). C'est ainsi que l'on voit successivement les cap de la Nao, de Almoraira, la pointe de Ifach ; puis la rade de Calpe, séparée de la rade d'Altea par le cap Toix. La rade d'Altea elle-même, qui a près de 8 kilom. de large, présente une plage interrompue seulement par une petite pointe de porphyrites, le cap Negret, et est limitée à l'Ouest par la Sierra Helada qui, coupée parallèlement à son axe de ridement, domine verticalement la mer de 100 à 300^{m} (phare d'Albir 111 m. d'altitude).

Au-delà de la Sierra Helada, la côte présente quelques plages, atteignant au plus 1 ou 2 kilomètres, comme celles de Benidorm et de Villajoyosa et devient rocheuse jusqu'à la hauteur de Muchamiel où l'on voit encore une petite plage séparée d'Alicante par le cap de Las Huertas et les rochers qui forment le soubassement de la cita-

delle de Santa Barbara : à partir d'Alicante, la côte est moins rocheuse et la plage qui s'étend à l'Ouest d'Alicante a une étendue considérable : la montagne commence à s'éloigner de la mer.

C'est dans l'existence d'une région montagneuse, à laquelle M. de Botella y de Hornos avait donné le nom de Cordillère Bétique (prolongement de la zone Subbétique de MM. Bertrand et Kilian), qu'il faut chercher la raison de cette différence d'aspect que présentent la plage du golfe de Valence et le littoral méridional de la province d'Alicante. Cette chaîne, en effet, dirigée O. S. O. — E. N. E. traverse toute la province d'Alicante, et aboutit aux caps de la Nao et de San Antonio. Les Baléares sont sur son prolongement. Or, les deux portions de rivages mentionnées plus haut ont précisément leur point de jonction aux caps de la Nao et de San Antonio, au centre de la zone montagneuse qu'ils coupent différemment. Le littoral du golfe de Valence, très incliné d'abord près de Dénia sur l'orientation générale du ridement lui devient presque normal près de Gandia et s'en éloigne rapidement ; — le rivage méridional de la province d'Alicante coupe toujours très obliquement la direction générale de ridement, et lui est même presque parallèle aux environs de Villajoyosa : aussi la côte est-elle beaucoup plus rocheuse, puisqu'elle ne s'éloigne que lentement de la montagne.

2° VERSANTS.

Il y a donc non seulement deux portions de rivage, bien distinctes, mais deux versants qui ont leur individualité très marquée ; le versant Nord, c'est-à-dire le versant de la province de Valence où l'on trouve fréquemment des sources et des forêts, et le versant Sud (environs d'Alicante et de Callosa) dénudé et aride.

Extension des versants. — Le versant septentrional est le plus étendu : le bassin du Jucar en occupe la plus grande partie : — les bassins secondaires du Serpis, de la Gallinera, du Calapatar, de la Jirona, du Gorgos couvrent la partie orientale.

Le versant méridional est plus restreint ; les rivières ont un parcours moins grand, et sont à sec pendant la plus grande partie de l'année. Ce sont les rios Algàr, de la Vila, Monnegre ou de

Castalla, Vinalapo, enfin la Segura, qui passe à Murcie et qui est le plus important de ces cours d'eau.

Ligne de partage des eaux. — La ligne de partage des eaux passe au Sud d'Albacete, se dirige vers l'Est, passe un peu au S. d'Almansa, puis à la venta de la Encina, suit la Sierra Grosa, la Sierra de Onteniente, l'extrémité ouest de la Sierra Mariola, le Serrat, le Carrascal d'Alcòy, la Sierra del Corbo, la Carrasqueta, la Sierra de Benifallim, la partie ouest de la Sierra Aitana, le port de Confrides, la Sierra Serrella, la Sierra del Carrascal de Murla, le Tosal de Navarro, les villes de Benisa, Teulada, Benitachel.

Chaînes secondaires. — De cette ligne se détachent des chaînes secondaires atteignant des hauteurs parfois considérables.

La Sierra de Onteniente émet, vers l'Est, les Sierras de Agullent, de Benicadell et de la Cuta; vers l'Est également se détache la masse principale de la Sierra Mariola, dont le point culminant, le Moncabrer, atteint 1,385^m d'altitude.

Du mont Serrat (de 1.000 à 1.100^m environ) se détache le groupe des Sierras comprises entre Onil, Sax, Villena et Benijama. Au Sud du col de Benifallim, il faut relever le mont Cabeso qui forme au Nord de Busot un massif considérable; — de la Sierra Aitana se détachent au Sud les crêtes qui vont de la Peña del Contador à la Peña del Arc, le massif du Ponoch au Puig Campana : à ce dernier se rattachent le Castillo de la Vieja et la Sierra de Orcheta.

Des Sierras de Castell de Castells se détache au Sud la Sierra Almedia à l'extrémité sud de laquelle est bâti Callosa de Ensarria ; les roches (*peñas*) de Tarbena, se prolongent au Sud par la Sierra de Bernia ; plus loin les ramifications de la ligne de partage des eaux s'étendent jusqu'à la mer.

Au Nord existe tout un ensemble de Sierras, courant à peu près parallèlement les unes aux autres et ne se rattachant pas directement aux Sierras indiquées précédemment. Ce sont : les Sierras de Gorga, de la Almudayna, de Alfaro, de Laguart, de Evo, de Benisili, Benimarsoch et Pego, de Azafor, del Almirant, etc.

On est, en effet, surpris, en jetant un coup d'œil sur la carte de Coello, de voir le nombre considérable de petites chaînes courant ainsi parallèlement les unes aux autres de O. S. O. vers E. N. E.

C'est, ainsi qu'on le verra plus loin, la direction de ridement la plus fréquente de toute la région.

Versant septentrional.

Le versant septentrional de la région étudiée dans ce travail, comprend plusieurs bassins hydrologiques principaux :

L'Albaïda tributaire du Júcar ; le Serpis ou Alcóy ; le Gallinera ; le Calapatar ; le Jirona ; le Gorgós ;

De ces cours d'eau je n'examinerai que l'Albaïda et le Serpis.

a. *Bassin hydrologique de l'Albaïda.* — L'Albaïda, affluent méridional du Jucar, donne son nom à une vallée s'étendant entre Fuente la Higuera à l'Ouest et Cuatretonda, Rugat et Salem à l'Est. Son bassin est limité au Sud par une partie de la grande ligne de partage des eaux décrite précédemment, comprenant les monts Alhorinos, la Sierra d'Onteniente et la Sierra Mariola. Le bassin de l'Albaïda est séparé du bassin du Serpis par la partie haute de la vallée de Agres, et des Sierras d'Agullent et de Benicadell, par la région située de Rugat à Luchente, et par la partie est de la Sierra Grosa. La partie orientale de cette même Sierra sépare l'Albaïda du Rio Montesa, que suit la ligne de chemin de fer de Madrid à Valence: c'est, en effet, au milieu même de la Sierra Grosa que passe l'Albaïda par une gorge très resserrée dite en dialecte Valencien *Estret de les aigües* (Estrecho de las Aguas, gorge des eaux).

On donne quelquefois à tort, ainsi que le fait remarquer M. de Cortazar, le nom de vallée de Albaïda au prolongement de la vallée vers la mer, de Cuatretonda à Gandia ; c'est, en effet, la vallée d'un affluent du Serpis.

L'Albaïda prend naissance dans la Sierra d'Agullent Benicadell, suivant toute vraisemblance, dans la vallée qui remonte au port d'Albaïda et où passe la route de Valence à Alcóy. Il est sensiblement dirigé du S. au N. passe à Albaïda, Montaberner, franchit la Sierra Grosa (Estrecho de las Aguas) passe un peu à l'Est de Jativa, à Torre Llores, à Manuel, et vient tomber dans le Jucar un peu au S. de Alberique. Il reçoit sur sa rive droite une série de petits affluents prenant naissance près de Belgida, Salem, Puebla del Duque, Cuatretonda, au Sud de la Sierra Grosa. Le rio de Barcheta

au Nord, vient lui apporter ses eaux près de Torre de Llores. Sur sa rive gauche, le rio Clariano qui prend naissance près d'Alfafara, reçoit à gauche le rio de Bocairente, est fortement grossi par la source jaillissante du Pozo de los Caballos qui alimente Onteniente, passe à Ayelo et vient tomber dans l'Albaïda à Montaberner. Au Nord de la Sierra Grosa, le rio de Montesa qui prend sa source près de Fuente de la Higuera, passe à Mojente Canales, près de Jativa, et vient apporter ses eaux à l'Albaïda près de Torre de Llores.

b. *Bassin hydrologique du Serpis.* — Le bassin du Serpis est borné au Nord et au N. O. par les ramifications orientales de la Sierra Grosa et le Monduber; par la partie orientale de la haute vallée de l'Albaïda, les sierras de Benicadell et d'Agullent; à l'Ouest par la haute vallée de Agres, la Sierra Mariola, le port de Bañeras, le Serrat, le Carrascal; au Sud par le port d'Ibi, la Carrasqueta, le Carrascal de Benifallim la partie ouest de la Sierra Aitana; à l'Est par le port de Confrides, la Sierra Serrella. La limite du bassin franchit ensuite la partie ouest des vallées de Famorca, de Capaimona, de Alcala, de Gallinera, et suit les Sierras de Azafor, Almirant, et vient se terminer à Oliva.

D'après la carte de Coello, le Serpis semble naître à Alcòy de la réunion du Sinc, du rio Barchell ou Polop, et du Molinar. Il se dirige d'abord sensiblement vers le Nord, en passant près de Concentaina, puis vers le N. E. en côtoyant un certain nombre de villages, Alcudieta, Alqueria, Benamer, Alcocer; il passe à Lorcha, près de Villalonga, à Gandia et tombe dans la Méditerranée.

Il reçoit sur sa rive droite: vers Concentaina le rio Gorga grossi lui-même des rios de Benilloba et de Benifallim : le rio Gorga est séparé du cours inférieur du Serpis par la Sierra de la Almudayna. Entre Alcocer et Beniarrès le Serpis reçoit les eaux qui parcourent les barrancos del Asufre et de Planes et qui prennent naissance dans la Sierra de la Almudayna le premier vers Benillup, le deuxième vers Benialfaqui.

Le Serpis reçoit également les eaux du barranco de la Encantada, du barranco de Azafor qui passe à Lorcha en amont de la région où il est resserré entre la Sierra de Azafor au Sud et les sierras de Benicadell et de la Cuta au Nord.

Sur la rive gauche, les eaux de la vallée de Agres, séparées de la

vallée du Serpis par la masse du Moncabrer viennent tomber dans ce fleuve près de Benamer. Le seul affluent de quelque importance que l'on rencontre encore est le rio Bernisa qui est séparé du Serpis par la Sierra de la Cuta, et vient se fondre avec lui à quelques kilomètres en amont de Gandia.

Je n'insisterai pas sur les bassins hydrologiques de la Gallinera, du Calapatar, du Jirona et du Gorgos : cette région que je n'ai fait que traverser rapidement ne devant pas être ici l'objet d'une étude détaillée.

Versant méridional.

a. *Bassin hydrologique de l'Algàr.* — Le bassin de l'Algàr est limité à l'Est par la Sierra de Bernia, les peñas de Tarbena ; au Nord par la sierra del Carrascal (Murla), les sierras de Castell, la sierra Serrella ; à l'Ouest par le port de Confrides, la sierra Aitana (1558^m) et ses ramifications, le Contador et le Ponoch, puis au Sud par la sierra Almujara et les Foyes Blanques jusqu'à Altea.

Le cours de l'Algàr est sensiblement dirigé du N. au S ; il longe le pied Ouest de la sierra de Bernia. A la hauteur de Callosa, son cours est barré par une falaise nummulitique qu'il franchit par une gorge très étroite : il en est de même d'un de ses principaux affluents, le rio de Bolulla qui traverse un défilé très resserré (estrecho de Bolulla) avant de se fondre avec l'Algàr.

Dans sa partie basse, l'Algàr reçoit, à une lieue de son embouchure, son affluent le plus important, le Guadalest ; il continue à suivre le pied de la Sierra de Bernia et tombe dans la mer à 1 kilomètre d'Altea.

Il reçoit sur sa rive droite le rio de Bolulla qui passe près du village auquel il doit son nom ; puis le Guadalest.

Cette rivière prend naissance près de Confrides, passe près de Beniarda, Guadalest ; elle longe le pied de la Sierra Almedia qui la sépare du rio de Bolulla, passe à l'Ouest de Callosa de Ensarria à l'Est de la Nucia et de Polop ; son cours est sensiblement dirigé du Nord-Ouest au Sud-Est.

Entre le bassin de l'Algàr et le bassin de la Vila, il y a une série

de cours d'eau d'importance secondaire, le plus souvent à sec et creusant dans le sol de nombreux barrancos permettant en certains points d'avoir des coupes constamment rafraichies. Tels sont les barrancos qui viennent aboutir à la mer entre Altea et Villajoyosa, de part et d'autre du promontoire de la Sierra Helada. Le plus important est le rio Torres qui prend naissance au pied du Puig Campana (1) et passe un peu à l'Ouest de Finestrat.

b. *Bassin hydrologique de la Vila.* — Le bassin du rio de la Vila est limité à l'Est par la sierra d'Orcheta, le Castillo de la Vieja, la Sierra del Realet qui vient se rattacher au Puig Campana; puis par la Peña del Contador; au Nord, le bassin est limité par la Sierra Aitana, et son prolongement vers Relleu; à l'Ouest par les montagnes comprises entre Torremanzanas et Relleu, par le mont Cabeso, la sierra de Busot et ses ramifications jusqu'à la mer.

Le rio de la Vila semble ne prendre ce nom qu'aux environs de son embouchure, près de Villajoyosa. Il est formé par la réunion de trois cours d'eau :

1° Le rio de Orcheta ou rio de Sella dirigé du N. au S. et formé lui-même par la réunion des eaux des barrancos del Alt de Chargues, del Arc, et de Tagarina qui se confondent près de Sella. Ce cours d'eau contourne Orcheta dont il alimente la Huerta. La sierra del Aguilar le sépare de :

2° La rivière qui passe à Relleu, dirigée du N.-O au S.-E. Elle est formée par les eaux qui descendent du port de Benifallim et des barrancos de Montferri de la Lurta et de Bartolo, reçoit les eaux du barranco de la Cova, au S. de Relleu et après avoir traversé une gorge profonde tombe dans le rio de Orcheta. La sierra del Escalbos et le reco de Cortes forment la ligne de partage des eaux entre ce bassin et le suivant;

3° Le rio de la Mola, dirigé de l'Ouest à l'Est.

---

(1) Puig Campana signifie mont Cloche, nom qui lui a été donné en raison de sa forme.

II. HISTORIQUE.

Le travail le plus ancien où il soit fait mention (**23**) de quelques faits concernant la Géologie du Sud-Est de l'Espagne a été publié par **Cavanilles**, en 1797. On y trouve l'indication d'un certain nombre de localités fossilifères. L'illustre naturaliste espagnol donne d'ailleurs quelques détails sur les fossiles eux-mêmes, et ajoute une planche où il figure des Exogyres des environs de Aras sous le nom de *orejas de moros* (oreilles de Maures) et un Échinide qui semble correspondre à *Clypeolampas Vilanovae* Cott., si fréquent dans les environs de Callosa de Ensarria.

Au sujet du Mugron d'Almansa, Cavanilles émet l'opinion qu'il doit être de formation marine, et s'étonne que le fond de la mer ait pu exister en un point situé aujourd'hui à une pareille altitude. C'est donc lui probablement qui, le premier, a signalé les grandes hauteurs auxquelles sont portés les dépôts helvétiens dans cette partie de l'Espagne.

Dans cet ouvrage se trouvent beaucoup de renseignements des plus intéressants, surtout au point de vue géographique, et qui, dans bien des cas, peuvent fournir des indices précieux aux naturalistes. C'est à la fois un des travaux les plus anciens et les plus remarquables qui aient été exécutés sur la province de Valence.

En 1833, (**28**) **Cook** fait sommairement allusion aux terrains tertiaires du Sud-Est de l'Espagne qui sont constitués généralement par des conglomérats, des sables, des marnes avec gypse et sel, et des calcaires friables avec restes organisés. Ils forment des collines peu élevées et dominées par des montagnes constituées par des calcaires secondaires. Les principales localités mentionnées par

l'auteur sont les plaines de Valence, Alicante, Murcie, Carthagène, Aguilas et Grenade.

En 1852, **de Verneuil** et **Collomb** publient une note (**91**) dont voici quelques conclusions :

La mer *miocène* paraît avoir pénétré assez avant dans les provinces de Murcie et d'Alicante. Les couches miocènes, horizontales près d'Alicante où elles reposent en stratification discordante sur le Nummulitique (MM. de Botella et de Lorière) sont quelquefois fortement redressées (environs d'Alcòy et de Malaga).

Le Nummulitique a peu d'extension ; excepté en Navarre, en Aragon et en Catalogne où il est très répandu, ce terrain ne se retrouve qu'en lambeaux dans le reste de l'Espagne, et pénètre peu dans l'intérieur des terres. L'existence du Nummulitique entre Alicante et Jijona est signalée pour la première fois par l'éminent géologue, qui montre que ce terrain se retrouve en de nombreux points entre Alicante et le cap St-Antoine, constituant des Sierras assez élevées, la Serrella, l'Aitana et le Puig Campana, ne présentant plus que rarement des grès et des poudingues, mais formé plutôt « par des calcaires durs, compactes, un peu siliceux, rarement » argileux, dans lesquels les fossiles sont rares et fortement » engagés. »

On trouve à Peñaguila : *Conoclypeus conoïdeus*, *Orbitol. submedia ;* à Sella, des Orbitoïdes ; — au Collado de Gulatar (1) au N.-O. du Puïg Campana : *N. planulata* (Cuchillada de Roland ou Rodlan).

Les Nummulites rencontrées dans ces régions se rattachent surtout, d'après d'Archiac, au groupe des *punctulatæ*, *plicatæ*, *planatæ* :

1° Punctulatae.
N. perforata Orb. var. *Columbresensis* ;

2° Plicatae, vel striatae.
N. biaritzensis, Arch. ;
N. planulata, Orb. ;

3° Explanatae.
N. granulosa, Arch.

Le *terrain crétacé* est l'objet d'une étude assez complète de la

(1) Lire *Collado de Gulatchar*.

part des éminents géologues français; un des passages les plus importants concerne la Sierra Mariola : « Elle mérite d'autant » plus de fixer l'attention des géologues, que c'est le seul » point, où nous ayons découvert les assises inférieures du » terrain néocomien, remplies de ces Bélemnites plates qui les » caractérisent si bien en France aux environs de Castellane et qui, » d'après les observations de M. Coquand, se retrouvent aussi au » même niveau dans la province de Constantine, en Afrique. »

C'est au Néocomien supérieur (Aptien) qu'ils rattachent la masse principale du Moncabrer, composée de calcaires jaunâtres avec petites Orbitolines coniques (*O. conoïdea*, *Rhynchonella lata*, et *Requienia Lonsdalei* déjà vus au Pico el Tejo près Requeña). Au-dessus se trouve un calcaire siliceux magnésien avec des Nérinées et des Huîtres de grande dimension.

Cet étage est encore indiqué au cap d'Albir où l'on rencontre *Pecten atavus*, *Ostrea macroptera*, *Rhynchonella lata*, et *Orbitolina conoïdea*: de Verneuil n'y mentionne pas toutefois la riche faune de Spatangues que l'on rencontre près du poste des carabiniers, à Albir même, dans la baie. La liste de fossiles qui accompagne cette description est des plus intéressantes et m'a été d'une grande utilité.

En 1853, **de Verneuil** (**92**) signale l'existence de marnes rouges salifères du Trias.

« Après l'époque de la craie, l'Espagne paraît avoir été en grande » partie émergée; le plateau central, limité au N. par l'Ebre, au » Sud par le Guadalquivir, a cessé de faire partie du domaine de la » mer. Le caractère qui distingue les dépôts crétacés des dépôts » nummulitiques, c'est que, tandis que les premiers pénètrent dans le » cœur même du pays, s'appuyant sur les deux versans du Guadar- » rama, et servant de ceinture aux lacs intérieurs de l'époque mio- » cène, le terrain nummulitique reste au dehors de ce plateau inté- » rieur, borde la chaîne pyrénéenne et la côte de la Catalogne, » et disparaît à la hauteur de Tarragone pour ne plus se montrer » que dans les montagnes si pittoresques qui forment l'extrémité » S.-E. de l'Espagne, au Sud de Valence et à l'Est d'Alicante. Entre » cette ville et Alcòy, les calcaires nummulitiques forment, de » même qu'entre Pẽnaguila et le cap St-Antoine des montagnes » très découpées. »

La composition calcaire de l'Éocène dans le S. de l'Espagne n'est point aussi absolue que semble l'indiquer de Verneuil plus loin (p. 11); les couches marneuses à lits de gypse de Benidorm, etc., en sont la preuve. L'éminent géologue signale en outre l'existence du Miocène avec ossements de grands animaux aux environs d'Alcòy; les strates de cet étage y sont souvent inclinées.

Cette note n'est qu'un résumé de la communication faite à la Société géologique de France, (2e série, T. X).

En 1854, M. **de Botella (9)** fait remarquer la différence d'allure des montagnes du royaume de Valence, les unes, petites et arrondies, les autres présentant d'immenses coupures et sillonnées d'imposants précipices, (Moncabrer, Mongo, Aitana, Serrella, Puig Campana). Les premières sont marneuses, les autres calcaires ou sableuses. On rencontre fréquemment le Trias, le Crétacé et le Nummulitique. Les roches anciennes font défaut sauf aux environs d'Orihuela. Les roches éruptives se rencontrent à divers endroits, notamment au cap Negret et dans les Sierras des environs de Calpe. Puis vient une description des mines du district avec d'intéressants détails sur la mine de lignite d'Alcòy (La Pastora y la Solitaria), la mine la plus importante de la région.

Dans la même année, après une courte description de l'aspect pittoresque de la province, M. **de Botella (10)** montre que le Miocène prédomine et repose en discordance sur le Nummulitique, fait qu'il a observé avec M. de Lorière aux environs d'Alicante dans les monts de la Serreta. Le Tertiaire marin couvre presque tout le littoral de la province d'Alicante. Il forme les belles carrières de cette ville et de la Isla plana où l'on trouve fréquemment des *Clypeaster*, *Ostrea*, *Pecten*, *Balanus* et dents de poissons.

Nummulitique. — Après avoir rappelé que Cavanilles avait décrit (1795-1797) minutieusement l'existence des Nummulites du *Carrascal* de Rivo, près Ibi, de Jijona et de Peñaguila, que Cook, dans ses *Sketches in Spain*, les indique près d'Alicante (1834), — et mentionné les observations de de Verneuil, l'auteur insiste sur l'espace considérable qu'occupe le Nummulitique et sur la forte inclinaison de ses strates que l'on voit en plaine comme en montagne. De Verneuil avait cru l'entrevoir, sans l'observer en

place, près de Buñol, mais l'auteur déclare ne l'avoir pas rencontré jusqu'à la Catalogne.

Au Crétacé, il faut rattacher les gisements de la Sierra Mariola, Moncabrer, Mongo, etc. Dans le *Jurassique* il faut ranger la Sierra del Rollo (Crevillente) décrite plus tard par d'Archiac. Le *Trias* est formé surtout par des marnes irisées accompagnées de sel, de gypse et de quartz bipyramidé (Jacintos de Compostela) en grande abondance. Les grès passent par tous les degrés de dureté d'un grès siliceux à un grès argileux.

Le Cerro negro, près Crevillente, présente, au contact du Trias, un marbre noir veiné de blanc. L'auteur cite encore les eaux thermales de Busot, Monóvar, Benimarfull.

A ce coup d'œil sur la géologie de la province de Valence, M. de Botella a joint quelques croquis donnant une idée des points les plus pittoresques et quelques coupes géologiques notamment au sujet de la discordance du Nummulitique et du Miocène, et des roches éruptives de Crevillente.

En 1855, **de Verneuil, Collomb** et **de Lorière** (**95**) fixent l'altitude du Moncabrer 1,385 ou 1,388 m. et d'Alcòy 550 m.

En 1856, (**96**) **de Verneuil** et **Collomb** étudient plus spécialement le Sud-Est de l'Espagne.

Le *Trias* représenté, dans la région de Salinas, par des gypses rouges et blancs, est traversé par une éruption dioritique. Il est surmonté, en discordance, par une masse de calcaires jaunes crétacés, avec *Requienia carinata*, *Plicatula placunea*, etc.

Les auteurs signalent également les éruptions dioritiques qui ont traversé le gypse de la saline de la Rosa, près Jumilla, et « le dôme surbaissé du Pinoso, avec ses gypses et ses immenses amas de sel ».

Les *couches à Requiénies*, déjà signalées (note précédente) dans la Sierra Mariola, sont l'objet de nouveaux détails : on rencontre, en effet, à la venta de la Higuera, des *Nerinées*, des *Requienia* et des *Ostrea aquila*. Aux environs de Yecla, on voit une chaîne rocheuse crétacée, de peu d'élévation avec des Réquiénies. Radiolites, Trigonies, etc... Près de Jumilla, on trouve *Plicatula placunea*, *Requienia carinata*, *Terebratula lata*, *Orbitolina conoidea* dans des calcaires jaunes plongeant au Sud. On retrouve

encore ces couches à Salinas et à la Sierra del Carche ; cet horizon très fréquent dans la province de Murcie (p. 714) se retrouve même à Nerpio, au Nord de la Sierra Sagra, et à quelques lieues des provinces de Jaën et de Grenade.

Le *Nummulitique* est cité dans la Sierra del Carche : il y recouvre la Craie.

Le *Miocène* est signalé en plusieurs points par de Verneuil : le Mugron d'Almansa et la Sierra de Meca présentent des bancs formés d'une « roche blanche, légère, criblée de petits trous, pétrie de fragments de fossiles, d'une consistance analogue à celle des faluns » durçis. C'est au-dessous de cette roche et dans le calcaire tendre » qui en forme la base que l'on trouve *Clypeaster altus*, *O. navicularis*, etc. » Il y a lieu de rapprocher ces calcaires de ceux que j'ai observés au N.-O. d'Onteniente, à la Pedrera, près Alcòy, et dans les sierras Almujara et Atalaya.

Près de Lorca, les auteurs signalent des marnes bitumineuses avec dépòts de soufre et empreintes de *Clupea*. Ces marnes sont bien distinctes des grès et mollasses à *Clypeaster altus* et *O. crassissima* qui semblent leur être inférieurs. Ce sont, ainsi que je le montrerai plus loin, des couches analogues qui constituent le Miocène des vallées de l'Albaïda et du Serpis.

En 1857, **d'Archiac** (**1**) donne, d'après de Verneuil, quelques détails sur l'Oxfordien de Crevillente.

En 1859, **Ch. Laurent** (**55**) signale « aux environs de Sax, » Monòvar, Novelda, Agoste, la présence du Keuper fortement » tourmenté en tous sens et percé par des calcaires qui pourraient » bien être le Muschelkalk et couronnés, vers le littoral, par des » calcaires pliocènes ». Ces calcaires pliocènes sont probablement les calcaires helvétiens mentionnés plus loin.

La coupe de la Montagne Noire à Alicante, fig. 5, pl. XVI, mérite une attention particulière : la Montagne Noire semble n'être que la sierra de Foncalent ; les couches représentées par la lettre C et portant la mention : *calcaires marneux jaunâtres, quelquefois schisteux et bleuâtres* seraient alors le Néocomien, l'Aptien et le Gault. L'auteur considère comme étant probablement métamor-

phiques les calcaires gris noir, fort durs, qu'il représente par la lettre D, et où il n'a pu rencontrer de fossiles. Ce sont les calcaires peu fossilifères à *A. cf. eudicholomus Zitt.* que l'on trouve vers le sommet de la sierra et qui surmontent le Néocomien par suite d'un renversement, ainsi qu'il sera montré plus loin. La discordance que semble indiquer la figure n'existe pas. Enfin la lettre B représente les calcaires de la sierra de las Atalayas et les désigne comme calcaire marin quaternaire : ce sont les calcaires helvétiens à grands Clypéastres et *Ostrea Offreti* Kil. L'auteur croit aussi à l'impossibilité de rencontrer des eaux aux environs d'Alicante, dans un rayon de 15 kilom. ; la présence de la source tiède de Foncalent fait penser, au contraire, que l'on pourrait en trouver, en pratiquant des sondages dans le prolongement de la faille qui limite à l'Ouest la sierra de Foncalent et donne naissance à cette source.

En 1864, M. **Zittel** (**121**), donne quelques détails sur une collection de fossiles recueillis par M. Vilanova y Piera dans les provinces de Teruel et de Castellon ; ces fossiles présentent, pour le Crétacé, l'aspect typique du Néocomien, de l'Aptien et du Gault du Nord de la France.

En 1867, M. **Vilanova** (**110**) indique la présence du Crétacé fossilifère aux environs de Gandia et l'existence, dans ce même terrain, d'un mélange de certaines espèces les unes crétacées, les autres tertiaires. En effet, on constaterait, d'après lui, à Cuatretonda (vallée de Albaïda), près Jativa, *Ostrea matheroniana* et *O. vesicularis* mélangées avec *Clypeaster crassicostatus*.

M. **Cotteau** (**22**), au sujet de cette question, « sans prétendre » la résoudre encore, accepte comme justes les déterminations » de M. Vilanova et cherche à expliquer l'anomalie signalée par » un remaniement du terrain crétacé par la mer miocène. La » coupe donnée par M. Vilanova donne beaucoup de poids à l'hypo- » thèse de M. Cotteau » (1).

1869. Dans un remarquable mémoire publié en 1869, M. **de Botella** (**11**), donne la définition des chaînes Marianique, Pénibétique

(1) Ainsi qu'on le verra plus loin, l'hypothèse de M. Cotteau est pleinement justifiée.

et Bétique. De nombreuses cartes, coupes et croquis viennent, à l'appui du texte, indiquer la composition du Jurassique et du Crétacé, et montrer que le Nummulitique des provinces de Murcie et d'Albacete est la continuation de celui de la province d'Alicante.

En 1869, dans l'explication sommaire de la 2e édition de la carte géologique d'Espagne (**102**), **de Verneuil** et **Collomb** donnent avec quelques rectifications des indications très intéressantes ; c'est dans cette brochure notamment qu'est signalée, pour la première fois, la présence « en Espagne des fossiles caractéristiques de la Scaglia ou » craie blanche d'Italie, à savoir : le *Cardiaster Italicus*, d'Orb., et » l'*Ananchytes* (ou *Stenonia*) *tuberculatus* », aux environs de Mancha Real « dans des marnes tout à fait semblables aux marnes » nummulitiques qui abondent dans le voisinage ».

En 1872 et 1874 (**58** et **59**), M. **J. Landerer** donne la composition détaillée de l'Aptien de la Catalogne. Il cite : *Amm. Athos Coq.; Amm. Cornuelianus d'Orb.; Amm. Columbianus d'Orb.*, *A. Martini Orb.*, *A. Vilanovæ Coq.* Je mentionne simplement ces travaux très intéressants mais qui ne concernent pas spécialement la région étudiée ici.

En 1873, M. **de Botella** rappelle (**12**) que dans la description du royaume de Murcie, il a signalé une suite d'accidents géologiques et stratigraphiques, et les a réunis en leur donnant le nom de *sierra Betica*. Il en a indiqué la structure pour les provinces de Murcie et d'Albacete qui présentent « des plateaux élevés descendant en » fortes et rapides pentes jusqu'au niveau de la mer ».

Il divise la chaîne Bétique en :

Sierra Marianica, du cap St-Vincent aux sierras de Alcazar ;

Cordillière Pénibétique, comprenant les cimes élevées de la sierra Nevada jusqu'aux monts Contestanos ou de Carthagène ;

Cordillière Bétique, de Ronda par les sierras de Martos, Cazorla, etc... jusqu'aux Mongo et aux Baléares.

En 1875 (**111**), M. **Vilanova** indique la présence d'un échantillon recueilli entre Benasau et Albocacer, et dont les caractères correspondent à ceux donnés par Coquand et de Verneuil pour la

Chama Lonsdalei. Il a aussi rencontré *Caprina* vois. de *C. Verneuilli* et *Nerinea cf. Chloris*.

M. **de Botella** (**13**) rappelle que le Nummulitique de la province d'Alicante se prolonge dans les provinces de Murcie, Jaën, Grenade, Cordoue, Malaga et Séville. En 1877, dans un travail d'ensemble, dont les cartes si intéressantes rendent service à tous ceux qui s'occupent de la géologie de l'Espagne (**14**), M. de Botella donne une description sommaire des terrains dans chaque région. En ce qui concerne le S. E. de l'Espagne, le Trias est représenté par les *marnes irisées du Keuper*.

Le Jurassique existe dans la province de Valence (lumachelles, etc.); dans la province d'Alicante il forme les calcaires rouges de la Sierra del Rollo (1) pétris d'Ammonites, rappelant le *Calcareo ammonitico rosso* de la bordure des Alpes (p. 283) et s'étendant jusqu'à Cadix.

A l'époque crétacée, la Méditerranée semble avoir été en communication avec le golfe de la Nouvelle Castille par Valence, Alicante et Murcie. Ainsi que le fait remarquer l'auteur, le Crétacé inférieur est très développé dans cette dernière région. Les détails que je donnerai plus loin confirment ces indications.

Rendant gracieusement justice aux travaux de de Verneuil, M. de Botella rappelle que le savant géologue français a été le premier à indiquer la présence aux environs de Mancha Real, des couches analogues à la Scaglia d'Italie, et renfermant *Cardiaster Italicus* et *Stenonia tuberculata*.

M. de Botella (p. 462) montre en outre que les eaux du Miocène, passant par l'Andalousie, venaient se confondre avec celles de la Méditerranée par Yecla et Monòvar. Le Miocène lacustre est représenté à la base par des conglomérats que l'auteur assimile au Nagelfluh, suivis par des dépôts d'argiles renfermant parfois des lignites ou des ossements (Concud, Alcòy). Le Miocène marin caractérisé par des dépôts calcaires à *Clypeaster*, *Ostrea* et *Pecten*, repose en discordance sur les formations paléozoïques et secondaires.

Dans un très intéressant mémoire (**107**) publié en 1878 sur le

(1) D'Archiac, *Progrès de la Géologie*. Oxfordien de Crevillente (**2**).

Crétacé des Pyrénées, M. **Vidal** donne la composition des étages qui constituent ce terrain sur le versant S. des Pyrénées, dans les provinces de Gérone et de Barcelone.

M. **Vilanova** en 1879 (**112**) parle du Nummulitique de Jijona (prov. d'Alicante) et dit avoir rencontré près de Torremanzanas le Calcareo amonitico rosso, mais sans fossiles. Dans l'Estret de Busot, M. Vilanova a trouvé *Turrilites tuberculatus*, *T. Costatus*, *T. Puzosianus* caractéristiques du Cénomanien, puis *Discoïdea cylindrica*. Un vrai trésor paléontologique est l'oolithe ferrugineuse de Busot, où il y a des Ammonites et Bélemnites en nombre considérable.

En 1880, M. **Vilanova** (**112** *bis*) signale des fossiles végétaux trouvés par lui dans le terrain tertiaire d'Alcòy et dont la description sera donnée par M. de Saporta (*Taonurus ultimus* Sap., etc.).

La Téruelite (**115**) était bien connue comme minéral dolomitique après les recherches de M. Quiroga ; M. **Vilanova** a retrouvé ce minéral près d'Alcòy, dans les « argiles dites irisées » triasiques, sur une plaque de gypse.

La même année M. **Vilanova** (**113**) mentionne des fossiles singuliers du terrain tertiaire d'Alcòy qui, soumis à l'examen de M. de Saporta, semblent devoir se rapporter aux *Cancellophycus* (?) (1).

M. **Vilanova** (**114**) signale aussi l'existence du Crétacé supérieur à *Inoceramus Cripsi*, dans la propriété de Don Luis Perez, près d'Alcòy : c'est le gisement maëstrichtien du Mas de Blas Giner où j'ai signalé depuis *Amm.*(*Pachydiscus*) *Jacquoti* Seunes et *Hemipneustes Africanus*. Desh.

En 1881, M. **Vilanova** (**116**) après avoir donné une description générale des terrains quaternaires, revient sur l'opinion émise par lui en 1867, et fait rentrer dans le Tertiaire le mélange d'espèces miocènes et crétacées que l'on trouve aux environs de Cuatretonda

(1) Le texte porte *Chamellophycus* par suite d'une erreur typographique.

et qu'il avait attribué précédemment au Crétacé. Il signale l'absence de l'Eocène.

Les eaux de la mer miocène ont dû déposer leurs matériaux au fond de la vallée de l'Albaïda pendant assez longtemps, si l'on en juge par l'épaisseur considérable de leurs strates en quelques points.

A Santa Ana, près de Lallosa, la formation marine est presque en contact avec la formation terrestre; on y recueille des *Neritina* et des *Melanopsis*.

Près de Niñerola, le faciès marin à Échinodermes, Pectens et Panopées est au-dessus des couches à *Melanopsis*.

La marne inférieure s'appelle *blanc y blau* dans la province de Valence : *en pilot* quand elle est compacte, *en llibre* quand elle est feuilletée. M. Vilanova insiste sur le Dusodyle, lignite papyracé que l'on rencontre fréquemment dans cette région.

Il décrit, sans citer de fossiles, le Crétacé de la province de Valence, notamment des environs de Adzaneta, de la Serragrosa, etc. C'est surtout une description lithologique. Les couches de ce terrain sont souvent redressées à la verticale.

Dans un important travail (**49**), MM. **de Cortazar et Pato** donnent une description physique très détaillée, suivie d'une description géologique par ordre de terrains.

Le Trias n'apparaît qu'en quelques points de la vallée de l'Albaïda, dans le Sud de la province de Valence. Les auteurs pensent pouvoir rattacher les calcaires de Potries, près Gandia, au Muschelkalk de Carlet (1) à *Myophoria Goldfussi*, Schloth. Les marnes irisées gypsifères plus fréquentes apparaissent aux environs de Rugat, Terrateig, Alfahuir, Ador, etc.

Une coupe prise aux environs de Fuente Encarroz, montre des calcaires avec empreintes nombreuses de *Fucoïdes* ou *Chondrites* supportant les marnes irisées, recouvertes elles-mêmes en discordance par les couches crétacées. Le Jurassique est faiblement représenté dans le Sud de la province de Valence, au pied de la Sierra de Corvera, à Tavernes et au Portichol de Aguas vivas.

(1) V. D'ARCHIAC, *Hist. des progr. de la Géologie*, t. VIII, p. 263.

MM. de Cortazar et Pato signalent des calcaires alternant avec des bancs marneux où l'on rencontre *Rhynchonella* cf. *varians* et des Ammonites fort difficiles à extraire de la roche. En abordant l'étude du terrain crétacé, les auteurs font justement remarquer que, de toutes les roches du terrain secondaire, les roches crétacées sont celles qui, dans la province de Valence, présentent la plus grande extension et impriment à son sol les reliefs les plus accusés.

Bien qu'une faible partie seulement de la Sierra Mariola soit comprise dans la province de Valence, ce travail renferme néanmoins des détails intéressants sur le gisement que de Verneuil avait découvert près de Concentaina, auprès du Moncabrer (province d'Alicante) et qu'il avait signalé en 1852. C'est dans ce gisement que j'ai recueilli les Ammonites néocomiennes figurées et décrites dans le fascicule 2 du T. I des Mémoires de la Société géologique de France (Paléontologie) 1890.

MM. de Cortazar et Pato indiquent en outre l'existence de l'Éocène dans les environs de Luchente, où l'on rencontre, dans un calcaire très argileux, compacte, blanchâtre, des Nummulites de petites dimensions (*N. Lucasana*, Def.).

J'insisterai peu sur les chapitres relatifs au Miocène, au Pliocène et au Postpliocène. Je ferai rentrer dans le premier de ces deux étages ce que les auteurs rattachent au second, puisqu'il renferme *O. crassissima* Lk. que je range dans le Miocène.

Une planche de coupes et une carte géologique au 400 millième accompagnent cet ouvrage, qui fait honneur à ses auteurs, quand l'on tient compte surtout de la difficulté qu'il y a à faire la description géologique d'une province aussi étendue, en l'absence de levé topographique précis. Cet ouvrage fait partie de la belle série de Mémoires que la Commission de la carte géologique d'Espagne publie avec un zèle digne d'éloges.

En 1883, M. **Vilanova** (**116**) donne la suite de la description géologique de la province de Valence : on trouve dans cette partie de l'ouvrage des détails très complets sur l'orographie et l'hydrographie.

En 1884 (**116**), le même auteur donne l'analyse des fontaines de

la province et indique leur utilisation pour l'arrosage ou la consommation, ou leur emploi en médecine.

Dans le remarquable résumé qui termine la série d'études : « *España y sus antiguos mares* », M. **de Botella** en 1884 (**14**) ne se borne pas à donner une foule de renseignements intéressants au sujet des directions et des altitudes, il y joint une carte hypsométrique pour les cotes 0 et 1000. Sur cette carte peut être superposé un calque portant toutes les directions des régions montagneuses, ce qui permet d'un coup d'œil de juger de leur ensemble et d'en faciliter la synthèse. La direction moyenne du Cerro de los Barreros au cap San Antonio est E. 22° N. Ces montagnes sont presque exclusivement crétacées et tertiaires : l'auteur fait remarquer que le mouvement orogénique qui a donné lieu à la grande altitude du Tertiaire au Sud de cette chaîne (1.200^{m}) n'était pas encore terminé lors de la séparation des formations marines et autres. Les observations qui seront consignées plus loin sur le Miocène supérieur d'Alcòy confirment cette manière de voir.

En 1885, M. **Bertrand** (**5**) insiste sur les apparences de discordance que présente le contact du Jurassique et du Crétacé de l'Andalousie et qui sont dues à des actions mécaniques et à des glissements postérieurs.

En 1886, M. **Cotteau** (1) décrit les genres *Coraster*, *Ornithaster*, *Brissopneustes*; dans la même année, M. **Vilanova y Piera** (**117**) signale la localité si riche en Échinides des Ollas Blancas (Alfàz).

En 1886, M. **Mac Pherson** (**61**), dans un remarquable travail, consacre quelques lignes au S.-E. de l'Espagne, rappelant que les schistes anciens plissés S. O—N. E depuis le Portugal jusqu'à la Méditerranée ont servi de noyaux à la formation de cette partie de la Péninsule. L'éminent géologue rappelle également que l'on retrouve des affleurements orientés N.-S. aux confins des régions de Cuenca et de Albacete, parallèles, par suite, à la

(1) Echinides nouveaux ou peu connus, Mém. Soc. Zool. de France. 1886.

direction N.-S. des côtes de la Galice et du Portugal. Mes observations dans les Sierras de Foncalent, Busot, Orcheta, montrent que ces mêmes phénomènes se manifestent encore plus au Sud.

M. **Vilanova** (**118**) en 1887 cite l'apparition fréquente des *peñas negras* (roches noires) au travers des marnes irisées du Trias, à Parsent, Altea, Callosa de Ensarria, Finestrat. Il insiste sur un point situé à 3 kil. N.-O. de Finestrat, et indique l'action métamorphique que l'ophite a exercée sur les roches en contact avec elle, — roches probablement argileuses, aujourd'hui transformées en jaspe.

M. **Quiroga** donne la description de cette roche (**76**).

M. **Mallada** (**64**), décrit, dans une série (1882-1887), de mémoires très intéressants, les principaux fossiles rencontrés en Espagne et y joint de nombreuses planches. Un certain nombre de types du terrain crétacé proviennent des gisements de la Sierra Mariola. Je ne puis analyser ce remarquable travail, mais je tiens à rappeler au moins l'intérêt qu'il offre et les services qu'il peut rendre à tous ceux qui s'occupent de la Paléontologie et de la Géogie de l'Espagne.

En janvier 1888, j'ai fait connaître la composition sommaire (**69**) du Sénonien et du Danien dans le S. E. de l'Espagne.

Dans la même année, M. **Munier Chalmas** (**68**), à propos des couches à *Stenonia tuberculata*, insiste sur leur âge qu'on doit rapporter au Danien, par suite de l'association à Mancha Real de ce fossile avec *Ovulaster Gauthieri* et avec des *Coraster* identiques à ceux recueillis par M. Seunes dans les Pyrénées. Il en tire cette intéressante conclusion que « les courants alpins orientaux se sont fait » sentir en Espagne non seulement pendant les périodes tria- » sique et jurassique,.... mais encore pendant l'époque danienne, » et qu'ils se sont prolongés jusque dans la région des Pyrénées » françaises. »

M. **Suess**, l'illustre géologue autrichien (**86**), dans son 2e volume

de l'*Antlitz der Erde*, ne consacre que quelques lignes à la région qui nous occupe : il la considère, à juste titre, comme une large zone de terrains mésozoïques effondrés s'étendant de Cuenca jusqu'au golfe de Valence et au cap de la Nao.

Je n'analyserai pas ici le remarquable mémoire publié en 1889 par MM. **Bertrand et Kilian** (**6**) sur les terrains secondaires et tertiaires des provinces de Grenade et de Malaga, puisqu'il ne concerne pas spécialement le S.-E. de l'Espagne ; je rappellerai seulement que dans ce travail les auteurs définissent nettement la zone subbétique et montrent qu'elle a joué, par rapport à la chaîne bétique, « le même rôle que les Préalpes par rapport aux Alpes » suisses ou que les chaînes subalpines par rapport aux zones alpines » du Dauphiné ». Ainsi qu'il sera montré plus loin, la région montagneuse du Nord de la province d'Alicante n'est que le prolongement de cette zone subbétique, alors que les derniers vestiges du massif ancien, aujourd'hui submergé, semblent se manifester aux environs de Murcie (Orihuela). La description stratigraphique de ce mémoire m'a été de la plus grande utilité, en raison de l'analogie de certains niveaux en Andalousie et dans la province d'Alicante. J'aurai, d'ailleurs, occasion de revenir sur ce sujet.

En 1889, M. **Vilanova** (**119**) mentionne l'existence de calcaires miocènes marins à grands Clypéastres près de Crevillente : ces calcaires, friables par places, présentent des ouvertures que l'on a appelées les « Ventanas de Albatera » ou « de Crevillente. »

En 1889 et 1890, j'ai indiqué la composition du Néocomien (**70**), puis du Gault et du Cénomanien (**72**) et j'ai donné la description de quelques gisements sénoniens et daniens du Sud-Est de l'Espagne (**71**) ; enfin j'ai publié (**73**) un travail paléontologique sur les Ammonites du Néocomien de la Querola.

M. **Cotteau** (1890-91) a fait paraître un mémoire sur les Echinides éocènes de la province d'Alicante (**37**) d'après les échantillons recueillis par M. Vilanova. Dans l'introduction de ce travail appelé à rendre de réels services aux géologues qui s'occuperont de l'Éocène en Espagne, M. Cotteau remarque que les Échinides

recueillis semblent appartenir à des niveaux différents, et insiste sur la quantité considérable d'espèces et de genres nouveaux que l'on recueille dans cette province.

En 1891, M. **Vilanova** (**120**), revenant sur la question des *Taonurus* d'Alcòy affirme qu'ils sont bien tertiaires et indique plusieurs localités où il les a rencontrés avec des Clypéastres miocènes; mes observations, dans les environs d'Alcòy, concordent avec celles de M. Vilanova, du moins en ce qui concerne l'âge de ces corps problématiques.

III. STRATIGRAPHIE GÉNÉRALE.

La région étudiée ici ne semble pas renfermer de terrains antérieurs à l'époque secondaire : le Trias y est abondamment représenté d'abord par les calcaires en plaquettes de Concentaina et de Callosa de Ensarria, puis par les marnes bariolées gypseuses et salifères si fréquentes à El Pinoso, Alcòy, Callosa de Ensarria, Orcheta, etc.

Les terrains jurassiques sont rares : l'Infralias, d'après un renseignement obligeamment communiqué par M. Cotteau, existerait près d'Orcheta où M. Vilanova aurait recueilli un exemplaire de *Diademopsis*.

Il semble que depuis ce moment il y ait eu pénurie de dépôts jusqu'au Tithonique : cette région aurait-elle été émergée jusqu'à cette époque ? La présence, dans la Sierra de Foncalent, de brèches plus anciennes que les assises tithoniques à *Perisphinctes cf. eudichotomus* Zitt. semblerait l'indiquer. D'autre part, étant donné l'existence du Tithonique aux environs d'Alicante et d'Alcòy, et l'absence, dans ces mêmes régions, des autres étages jurassiques qui, d'après de Verneuil, se présentent au complet, à l'Ouest, dans le prolongement de cette même chaîne, il est possible que le Tithonique repose en transgression sur les étages qui lui sont antérieurs. Depuis le Tithonique jusqu'aux terrains tertiaires les dépôts semblent s'être formés en concordance.

Pareillement à ce que l'on voit en Algérie, ainsi que l'a fait connaître M. Ficheur, il ne semble pas que la transgression cénomanienne se soit manifestée dans la province d'Alicante par des phénomènes de discordance : le Gault et le Cénomanien semblent être, en effet, en stratification concordante, bien que la grande variété de leurs dépôts puisse être à la rigueur considérée comme

un indice affaibli des ridements énergiques qui ont caractérisé cette époque au Nord.

Par suite du parallélisme de leurs strates, l'Éocène et le Crétacé doivent être considérés comme reposant l'un sur l'autre en stratification concordante. Il y a cependant une réserve à faire au sujet de l'Éocène des environs d'Alfàz qui, fortement disloqué, semble être en discordance avec le Crétacé, alors que dans la région d'Alcòy il est concordant avec lui. Les caractères des dépôts montrent d'ailleurs que le mouvement d'émersion s'était déjà manifesté dès la fin du Sénonien par des dépôts littoraux dans le Sud de la province de Valence (Cuatretonda), tandis que les diverses couches de cet étage étaient franchement marines au Sud dans la province d'Alicante.

Les faciès lagunaires qui caractérisent les dépôts éocènes dans le Nord de la province d'Alicante et dans les régions d'Altea, Callosa de Ensarria, etc., sont une preuve de ce commencement d'émersion qui correspond d'ailleurs à l'absence totale des dépôts nummulitiques dans le territoire compris entre le Sud de la province de Valence et la Catalogne.

Malgré mes recherches, l'histoire géologique de cette région reste encore obscure pendant l'époque où se sont effectués les dépôts éocènes et oligocènes.

Lors de l'Helvétien, la mer envahit les régions émergées recouvrant tantôt l'Eocène, tantôt le Danien ou l'Aptien, et offrant aux environs d'Alicante et d'Alcòy des exemples remarquables de discordance avec ces étages. Après l'Helvétien le sol semble définitivement émergé, ainsi qu'en témoignent les dépôts lacustres du Miocène supérieur d'Alcòy, et l'absence de dépôts marins à partir de cette époque.

TERRAIN TRIASIQUE.

Le Trias est connu depuis longtemps déjà en Espagne. Les études de M. Jacquot dans la province de Cuenca ont mis en évidence l'analogie du Trias supérieur de cette région avec celui de la Lorraine ; de Verneuil avait fait la même remarque dans le Sud-Est de l'Espagne et avait indiqué en 1856, aux environs de Salinas, l'existence de gypses rouges et blancs devant se rapporter à ce système, traversés parfois par des « éruptions dioritiques » et renfermant des amas de sel. M. de Botella y de Hornos, en 1854, a signalé les marnes bariolées du trias salifères et gypsifères aux environs de Crevillente. M. de Cortazar décrit également le Trias dans la province de Valence. M. Vilanova a mentionné l'existence dans cette même province du Muschelkalk. Dans la province d'Alicante, il signale à Parsent, Altea, Callosa de Ensarria, Finestrat, les marnes irisées traversées par l'ophite. M. Quiroga a donné une description de cette roche. M. Nolan (**74**), reprenant les travaux d'Hermite, a donné il y a quelques années de très intéressants détails sur le Trias des Baléares, qui offre par la présence de ses marnes panachées et de ses calcaires en plaquettes, bien des analogies avec celui des environs d'Alcôy et de Callosa. Enfin il convient de rappeler que les vallées triasiques de Callosa et de Sella, au centre desquelles on voit des pointements éruptifs, ont de grandes analogies avec les vallées que M. Choffat a décrites sous le nom de vallées tiphoniques (**25**).

Le Trias est très fréquemment disloqué dans la région qui est l'objet de ce travail : je ne pourrai indiquer aucune succession importante, et me bornerai à signaler les gisements de ce terrain auquel je me suis peu attaché d'ailleurs.

Dans le Sud de la province de Valence, on voit entre Lugar Nuevo et Ador les marnes irisées, relevées à la verticale, donner naissance à des sources saumâtres dont la température relativement élevée et constante montrent qu'elles viennent d'une grande profondeur.

Dans la province d'Alicante les gisements sont fréquents : le Trias y présente des couches de natures différentes : presque partout où il affleure on voit des marnes bariolées, passant du vert sombre au rouge lie de vin. Ces marnes renferment aux environs d'Alcòy, de Concentaina,de Callosa, d'Alfàz, d'Altea, etc., d'importantes masses de gypse exploité pour la fabrication du plâtre.

Le sel gemme y existe assez fréquemment; il est l'objet à El Pinoso d'une exploitation active : les sources salées sont fréquentes (versant ouest de la Sierra de Foncalent ; environs d'Ador). D'autres sources qui ont la réputation d'avoir des propriétés purgatives (chemin de Callosa à Algàr) semblent indiquer la présence de sels de magnésie ou de sels de soude.

Il y a un gisement de charbon près des moulins de Algàr (à une demi-heure au N.) dans des marnes lie de vin ; on a tenté, mais sans succès, d'exploiter la couche dont on voit un affleurement à un quart d'heure des gorges de Bolulla. Je n'y ai recueilli aucune empreinte végétale.

Aux environs de Callosa on voit des dolomies jaunes au milieu des argiles : elles ne m'ont fourni aucun fossile.

Bien des accidents ont affecté les marnes irisées : on y rencontre fréquemment, par exemple entre Callosa et Alfàz, des cristaux de quartz bipyramidé ferrugineux inclus dans le gypse rouge.

D'autre part, les roches éruptives (diabases ophitiques, etc.), ont fréquemment traversé les marnes irisées en les métamorphisant, et transformant en plâtre le gypse qu'elles renfermaient ; ce fait est facile à constater au Sud de Callosa, à la Peña del Alguilef.

D'autres pointements traversent ces marnes dans des conditions analogues, au cap Negret (Altea) et à la Peña Negra (Orcheta).

Ici se place la question des calcaires en plaquettes que l'on rencontre à divers endroits intimement liés aux marnes irisées ; aux environs de Callosa, à un quart d'heure environ au S.-E. de cette ville (San Jose), on voit des calcaires noirâtres durs en plaquettes recouvrir les marnes irisées : on n'y rencontre point de fossiles.

Aux environs de Concentaina, on voit des calcaires en plaquettes analogues aux précédents, et présentant des empreintes de fossiles indéterminables, mais rappelant des échantillons de calcaires tria-

siques rapportés par de Verneuil (1) de Cabra (Andalousie) et des environs de Cehegin et de Calasparra (province de Murcie) et de Royuela (province de Valence) (Collect. de l'Ecole des Mines). Il faut également rapprocher ces calcaires en plaquettes de ceux que M. Nolan a signalés dans les Baléares et où il a recueilli des Daonelles.

Ces raisons semblent devoir faire, jusqu'à nouvel ordre, rapporter au Trias les termes de la coupe suivante relevée au barranco Riera près de Concentaina (Fig. 1) :

1 — 15 mètres de marnes rouges, vertes, bleues et jaunes ;

2 — 15 mètres de dolomies jaunes et grises, friables ;

3 — Un banc marneux gris jaunâtre, fossilifère renfermant *Myophoria* (?) ;

4 — Des calcaires en plaquettes avec *Pecten* (?).

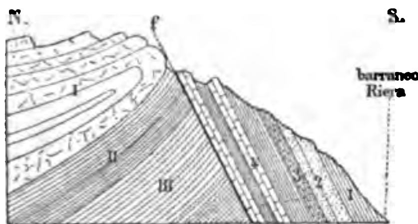
Une faille sépare cette succession d'un pli couché ainsi constitué en allant du centre à l'extérieur :

I — Calcaire marmoréen noir analogue au marbre noir de la Peña del Alguilef (Callosa) ;

II — Marnes recoupées de veines de calcite ;

III — Argiles marneuses gris bleu renfermant quelques débris de fossiles.

Fig. 1. — *Coupe du barranco Riera. (Concentaina).*



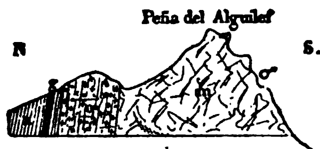
(1) Dans ces calcaires qu'il rapporte au Muschelkalk, l'éminent géologue signale « une coquille ressemblant à l'*Avicula socialis*, de petites *Lima*... et une bivalve plus » petite que le *Myacites elongata* Schl., mais qui en paraît très voisine. Cette dernière » a frappé l'attention de M. de Koninck qui l'a emportée pour la comparer dans sa col- » lection et qui s'est assuré qu'elle est identique avec une espèce non nommée du Mus- » chelkalk. » Ces calcaires sont fossilifères à Hinarejos, Royuela et sur le Jucar entre Jarance et Jarafuel (province de Valence).

Près de Calasparra, de Cehegin, de Hornos près de Segura, on trouve *Myophoria Goldfussi*, *Gervillia socialis*, *Monotis Alberti*, et une *Ostrea* voisine de *O. multicostata*.

MM. de Cortazar et Vilanova ont également cité d'autres localités fossilifères dans la province de Valence.

Les calcaires marmoréens noirs de la Peña del Alguilef (Callosa) peuvent peut-être aussi être rattachés au Trias : la seule raison qui puisse faire émettre cette hypothèse est leur analogie de structure avec les couches I du Barranco Riera près Concentaina : ici toutefois le sens de la stratification est presque impossible à saisir. Ce marbre (1) est très résistant, veiné de calcite, recoupé par des diaclases : en raison de sa résistance, on l'employait au mois d'avril 1889 à la construction du pont sur le Guadalest (route en construction de Benidorm à Pego). Quoi qu'il en soit, l'hypothèse relative à l'âge de ces marbres n'est émise qu'avec la plus extrême réserve. La diabase ophitique que l'on observe dans ce gisement est postérieure aux marnes bariolées qui sont modifiées à son contact ; je ne puis donner aucune relation d'âge entre cette roche et les calcaires marmoréens, leur contact étant masqué aux points où j'ai cherché à le voir.

Fig. 2. — *Peña del Alguilef (Callosa).*



a, marnes bariolées métamorphisées. — *g*, gypse transformé en plâtre. — *o*, diabase ophitique. — *m*, calcaires marmoréens exploités.

En résumé, le Trias présente de fréquents affleurements dans le S.-E. de l'Espagne : il est constitué le plus souvent par des marnes bariolées gypsifères, quelquefois salifères, avec dolomies et cargneules ; il semble aussi que l'on puisse lui rattacher les calcaires en plaquettes et les calcaires marmoréens signalés précédemment. Il est intéressant de remarquer toutefois que les faciès lagunaires (marnes bariolées gypsifères) sont beaucoup plus développés qu'à l'Est, dans les Baléares, où l'on voit au contraire prédominer les calcaires en plaquettes, ainsi que l'ont montré Hermite et M. Nolan.

(1) M. de Botella a signalé, près de Crevillente, au Cerro Negro, l'existence d'un marbre noir qui semble se trouver dans des conditions analogues à celles indiquées ici.

TERRAIN JURASSIQUE.

JURASSIQUE INFÉRIEUR ET MOYEN.

Peu de gisements peuvent, dans la province d'Alicante, se rattacher à ces groupes : le gisement infraliasique d'Orcheta, cité plus haut, découvert récemment par M. Vilanova qui y a recueilli un *Diademopsis* et dont je dois la connaissance à une obligeante communication de M. Cotteau, est le seul affleurement pouvant, à ma connaissance, être rangé dans le Jurassique inférieur. Peut-être pourrait-on aussi rattacher au Jurassique inférieur ou moyen les couches qui, dans la Sierra de Foncalent, sont subordonnées au Tithonique.

Cette absence de Jurassique inférieur et moyen est d'autant plus remarquable que, à mesure que l'on s'avance vers l'Ouest, on voit apparaître tous les termes qui manquaient. Le Lias, le Bajocien, le Bathonien se montrent, en effet, d'après de Verneuil, aux environs de la Sierra Sagra.

Plus à l'Ouest encore, dans la province de Jaën, à plus de 300 kilomètres d'Alicante, j'ai constaté dans les parties les plus élevées de la Sierra Magina au Nord de la ferme de la Mata Begid, près Mancha Real, à 2,000 mètres d'altitude, l'existence du Lias avec *Lioceras cf. Levisoni* Simps. et *Phylloceras*. Cet étage y est formé par des calcaires blanc-jaunâtre marneux.

Cette absence de dépôts jurassiques à l'Est alors qu'ils existent bien développés à l'Ouest est difficile à expliquer : de Verneuil qui avait fort bien fait ressortir cette différence, ne savait s'il devait l'attribuer à l'érosion ou à une émersion : il est possible que cette dernière hypothèse ait plus de chances de prévaloir un jour ; toutefois les rares observations que j'ai pu faire ne me permettent pas encore de trancher définitivement cette question.

JURASSIQUE SUPÉRIEUR.

Le Jurassique supérieur est rare dans la région étudiée ici ; je n'en ai constaté l'existence que dans les environs d'Alcòy et dans la sierra de Foncalent, près d'Alicante.

Un affleurement de Jurassique supérieur avait déjà été décrit par d'Archiac, (1) d'après les observations de de Verneuil dans la sierra del Rollo près de Crevillente (province d'Alicante). D'Archiac attribuait cet affleurement à l'Oxfordien, et y citait *Amm. perarmatus* Sow., *Amm. Adelae* Orb., *Amm. tortisulcatus* Orb. Je n'ai pas exploré cette dernière localité, je ne puis donc que citer ce gisement pour mémoire.

La seule localité où j'aie pu observer le Jurassique supérieur est la Sierra de Foncalent : on y trouve des calcaires marneux tithoniques avec *Perisph. cf. eudichotomus*, Zitt.

Voici d'ailleurs la coupe (1) qu'on y relève (voir fig. 44, p. 142).

I. Sierra de Foncalent.

Jurassique. — 1 — 50 mètres de calcaires bréchoïdes gris et roses. Cette subdivision doit peut-être rentrer dans le Jurassique inférieur ou moyen ;

2 — 80 mètres de calcaires marmoréens bleu-noir avec silex zonés et en bande.

Tithonique. — 80 m. de calcaire bleu, marneux, dans lequel je n'ai pu trouver de fossiles. J'ai ramassé au-dessous en bas de la Sierra, *Perisphinctes cf. eudichotomus* Zitt. qui me paraît ne pouvoir appartenir qu'à ces couches. Ces calcaires sont veinés de spath.

Ces couches sont surmontées par le Crétacé inférieur.

Crétacé. — 3 et 4 — Calcaires marneux et sablo-marneux gris-bleu clair avec *Lytoceras subfimbriatum* Orb. et *Hoplites cf.*

(1) Les couches très escarpées sont redressées à la verticale ; elles sont par suite très difficilement accessibles, il y aura donc peut-être lieu d'établir un jour des subdivisions plus nombreuses dans cette coupe.

cryptoceras Orb., généralement durs ; quelques bancs se délitent facilement (40 à 50^m).

II. Axe de l'anticlinal de Mariola (Fig. 49, A, p. 151).

Dans la Sierra de Mariola, on rencontre aussi un affleurement que j'ai toutes raisons de croire du Jurassique supérieur : il occupe au-dessous du Néocomien inférieur l'axe de l'anticlinal de Mariola. N'ayant recueilli en ce point que des débris indéterminables de fossiles, je ne puis fixer l'âge de ces couches d'une façon précise. Voici néanmoins la succession qu'on y relève :

Jurassique (?) *Tithonique* (?) 1 — Calcaires marneux compactes, très durs, avec fossiles indéterminables formant le centre de l'anticlinal.

2 — Calcaires marneux plus friables gris-bleu, se délitant à l'air (20 à 30^m).

3 — 300 ou 400^m de calcaires bréchoïdes par places.

4 — Grès rouge vif (20^m).

Crétacé. — 5 *Néocomien.*— Calcaires gris jaunâtre avec *Natica Leviathan* P. et C. (100^m).

6 — Calcaires avec *Pygurus Montmolini* Ag., *Pterocera Pelagi* Orb. (30^m).

C'est par analogie de structure lithologique et par suite de leur situation au-dessous des couches à *Natica Leviathan* P. et C. et *Pygurus Montmolini* Ag., que je rattache les couches 1-4 au Tithonique.

En résumé, si l'on tient compte de ce que le Jurassique supérieur dans la province d'Alicante est indépendant du Jurassique inférieur et moyen qui y est peu ou point représenté, alors qu'en Andalousie (Cabra) on le retrouve avec ces mêmes groupes bien développés ; — si l'on tient compte en même temps de l'apparition des termes inférieur et moyen du Jurassique, quand on s'avance vers l'Ouest, on entrevoit la possibilité d'une transgression du Tithonique sur les étages qui l'ont précédé : si d'ailleurs ce fait vient à être démontré, il ne fera que concorder avec ce qui a déjà été observé en beaucoup de points du bassin méditerranéen, et tout récemment encore par M. Munier Chalmas dans les Alpes vénitiennes.

TERRAIN CRÉTACÉ

NÉOCOMIEN.

Le Néocomien proprement dit a été jusqu'à présent peu étudié en Espagne. Il semble manquer dans le Nord de la Péninsule, ainsi que l'ont mis en évidence les travaux de M. Hébert et des observateurs qui se sont après lui occupés de cette question. Il est au contraire très bien représenté dans la province d'Alicante où il a été signalé pour la première fois par de Verneuil en 1852. D'autre part les travaux de MM. Mallada, Bertrand et Kilian, ont fait connaître en Andalousie l'existence du Néocomien inférieur. La question n'est donc point nouvelle, mais les gisements remarquables de la Querola et de Foncalent méritent un examen particulier.

Le Néocomien est en effet bien représenté dans ces deux régions de la province d'Alicante : la Sierra de Foncalent, et la Sierra Mariola. Voici les coupes les plus importantes :

I. Sierra de Foncalent

(Rincon de los Santos), voir Pl. I et fig. 3.

Les assises jurassiques de la coupe de la pointe S. de la Sierra de Foncalent se représentent avec un aspect et une puissance à peu près identiques au-dessus du Rincon de los Santos. Aux couches tithoniques sont subordonnés par suite du renversement :

Valenginien. (*3*, *4*, *5*, Pl. I). — Calcaires sableux gris verdâtre jaunissant à l'air, et renfermant, dans une épaisseur de 10^m :

Holcostephanus Astieri Orb.
Holcost. Bachelardi Sayn.
Hoplites cryptoceras Orb.

Hauterivien (*6*, Pl. I).— 3 mètres de calcaire sableux glauconieux renfermant de très nombreuses Bélemnites plates, formant un véritable conglomérat, et de grand *Crioceras*. On y recueille :

Belemnites dilatatus Blainv.
Belemnites cf. minaret Rasp.
Belemnites cf. Fallauxi Uhl.
Phylloceras Tethys Orb.
Aptychus angulicostatus Pict..
Crioceras.

Cet horizon est glauconieux comme dans la Sierra Mariola.

Barrémien. — (Pl. I, *7*) — Des calcaires marneux gris-bleu, compactes, à cassure esquilleuse, renfermant en grande abondance (7 ou 8 m.) :

Desmoceras difficile Orb.
Id. var *hemiptycha* Kil.
Phylloceras Tethys Orb.
Phylloceras rouyanum Orb.
Pulchellia pulchella Orb.
Lytoceras subfimbriatum Orb.
Holcodiscus Seunesi Kil.

(Pl. I, *8*). — Calcaires marneux gris blancs avec grands *Desmoceras*, 50^{m} environ.

(Pl. I, *9*).-- Marnes calcaires subcompactes gris-bleu, séparées des couches précédentes par quelques lits de calcaire marneux très-dur. Ces marnes grises plus compactes que les précédentes renferment vers leur partie supérieure une zone fossilifère (8 à 18^{m}) avec Céphalopodes pyriteux.

Phylloceras rouyanum Orb.
Pulchellia provincialis Orb.
Heteroceras bifurcatum Orb.
Heteroceras sp. ind.

(*10*).— Marnes gris-bleu, noduleuses, avec débris d'Ammonites indéterminables (7 à 8^{m}).

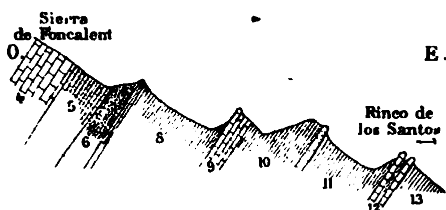
Aptien (?)(*11*).— Grès calcaires durs, bruns à l'air, brun jaunâtre sur les cassures fraîches, renfermant du fer carbonaté en nodules concrétionnés (8^{m}), avec Gastéropodes indéterminables.

(*12*).—Puis des bancs calcaires avec de nombreux débris indéterminables et fragments de radioles d'Echinides, fragments de Bélemnites et Gastéropodes.

(*13*). — Ces grès reposent sur des marnes bleuâtres. avec bandes de grès jaunes intercalées.

Ces trois dernières subdivisions ont une grande analogie avec les calcaires et marnes à Orbitolines de la Serreta Negra, aussi les rattacherai-je à l'Aptien.

Fig. 3. — *Coupe du Rincon de los Santos.*



4-5, Valenginien. — 6, Hauterivien. — 7-10, Barrêmien. — 11-13, Aptien.

Barranco au sud du Rincon de los Santos (fig. 4).

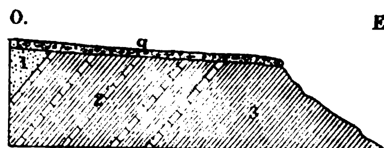
Barrêmien. — *1.* — Couches gréseuses avec débris d'Echinides.

1 bis. — Calcaire marno-gréseux (4 à 5^m) en nodules, jaune à l'intérieur, bleu au centre, avec Bélemnites et Ammonites indéterminables.

2. — 200^m marnes bleu foncé recoupées par des bancs calcaires de 40 à 50 c. d'épaisseur et distants de 6 à 8 mètres les uns des autres : on y rencontre *Heteroceras bifurcatum* Orb.

Aptien (?)— *3.* — 200^m d'argiles où je n'ai recueilli aucun fossile : Ces argiles sont recoupées par des bancs de calcaires jaunes gréseux craquelés et divisés en parallélipipèdes très réguliers.

Fig. 4. — *Coupe prise au Sud du Rincon de los Santos.*



1-2, Barrêmien. — 3, Aptien.

II. Sierra Mariola

Flanc est du Moncabrer.

Au-dessus des calcaires marneux et bréchoïdes qui forment l'axe de l'anticlinal du Moncabrer, on voit de bas en haut :

1 — 20 mètres de grès rouge vif, coloré par de l'oxyde de fer.

2 — 100 mètres de calcaires gris jaunâtre, sableux, avec *Natica Leviathan* Pict. et Camp.

3 — 30 mètres de calcaires avec *Pygurus Montmolini* Ag., *Pterocera Pelagi* Orb.

4 — 60 mètres de grès durs, brun foncé à l'air. C'est dans ces grès qu'est entaillé le barranco de la Querola ; ils ne m'ont fourni aucun fossile. Ces grès forment le soubassement du monticule de la Querola qui fournit la coupe suivante de bas en haut :

La Querola (1) (fig. 5).

Valenginien. — 1 — 60 à 70 mètres de grès brun à l'air, jaunâtre sur les cassures, ne renfermant pas de fossiles : c'est dans ces grès qu'est encaissé le barranco de la Querola.

2 — 7 à 8 mètres de calcaires sableux renfermant en abondance :

Bel. Emerici Rasp.
Hoplites neocomiensis Orb.
Hoplites cryptoceras Orb.
Holcostephanus Astieri Orb.
Holcost. (?) *utriculus* Math.
Ostrea Couloni Orb.
O. carinata Lk.
Plicatula Mac-Phersoni Nicklès.
Terebratula Moutoni Orb.
Echinospatagus Ricordeanus Cott.
Rhabdocidaris Salvae Nicklès.

3 — 25 à 30 c. de couches de même nature renfermant *Hoplites neocomiensis* Orb. et *Plicatula Macphersoni.*

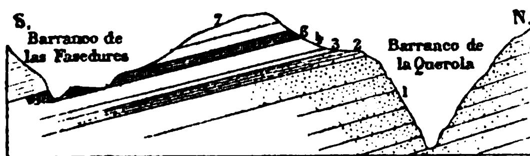
4 — 6 à 7 mètres de marnes sableuses avec bancs plus durs, fossiles pyriteux, on y rencontre :

(1) La Querola, ferme située à une demi-heure au N. O. de Concentaina.

Bel. Emerici Rasp.
Hoplites neocomiensis Orb.
H. Roubaudi Orb.
Holcostephanus Astieri Orb.
Holc. Hispanicus Mallada.
Holc. Boticus Mall.
Holc. Douvillei Nicklès.
Phylloceras Tethys Orb.
Ph. diphyllum Orb.
Holcodiscus incertus Orb.
Amm. verrucosus Orb.
Haploceras Grasi Orb.
Mortoniceras Gaudryi Nicklès.
Morton. Fischeri Nicklès.
Morton. Garciae Nicklès.
Morton. Vilanovae Nicklès.
Morton. Vidali Nicklès.
Morton Stevenini Nickl.
Ostrea Couloni Orb.

Hauterivien. — 5 — Quelques mètres de marnes renfermant encore des Céphalopodes pyriteux, moins nombreux. avec *Belemnites dilatatus* Blainv. et des fragments de *Crioceras* ? Cette dernière subdivision doit correspondre aux couches à *Crioceras Duvalii* : je n'ai pu en effet trouver ce fossile caractéristique en aucun point de cette coupe, alors que à 100^{m} de là, dans les barrancos de las Fasedures et de la Querola, on trouve des exemplaires de grande taille très bien conservés.

Fig. 5. — *Coupe de la Querola* (1).



1-5, Valenginien et Hauterivien. — 6-7, Barrêmien.

Barrêmien. — 6 — Marnes plus dures, gris bleu, moins sableuses; on y trouve *Desmoceras difficile* Orb., c'est donc la base du Barrêmien (1 à 2 mètres).

7 — Des marnes plus friables, très riches en fossiles pyriteux, où l'on rencontre avec *Desmoceras difficile*, Orb., un niveau assez constant de petits Céphalopodes déroulés se rapprochant des *Hamites* par leur forme extérieure.

Au-dessus on trouve en grande abondance des fossiles pyriteux :

Desm. difficile Orb.
Phyll. rouyanum Orb.
Pulchellia pulchella Orb.
Holcod. Sophonisba Coq. sp.

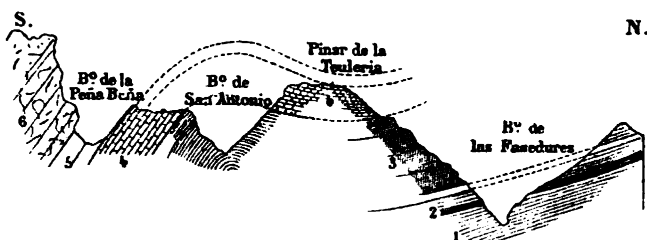
(1) Sur la gravure, au lieu de 6, lire 5.

Ces marnes forment le sommet dominant la Querola : ce sommet est traversé par le chemin de Concentaina à Agres.

BARRANCO DE LA PEÑA BAÑA.

Entre Concentaina et le point qui vient d'être décrit, on relève la coupe suivante :

Fig. 6. — *Coupe du barranco de la Peña baña.*



1-2, Valenginien et Hauterivien. — 3-4-5, Barrêmien. — 6, Aptien , etc.

Barrêmien.— 3.—Des couches marneuses fissiles, gris verdâtres renfermant en abondance *Desmoceras difficile* à l'état calcaire, avec de grands *Heteroceras* identiques à ceux décrits par M. Haug dans le Barrêmien du Tyrol.

4. Des calcaires marneux très durs avec de grands *Crioceras* et de grands *Ancyloceras, Phylloceras Tethys* Orb., *Phylloceras Rouyanum* Orb.

5. — Des marnes sableuses vertes, environ 20 m.

Aptien. — 6. — Calcaires blancs durs et couches de Rudistes.

1° COUCHES A NATICA LEVIATHAN.

Les couches à *Natica Leviathan,* Pict. et Camp., ne sont connues dans la péninsule Ibérique que depuis peu de temps. M. Choffat est, en effet, le premier qui les ait signalées en Portugal (1885). Le seul point où je les aie rencontrées est le flanc Est du Moncabrer, en

face de la petite ville de Muro. C'est d'ailleurs, dans la province d'Alicante, la région où l'on peut le plus facilement étudier le Néocomien. Les coupes précédentes montrent ces couches constituées par de puissantes masses (300 m.) de calcaires et de grès, renfermant *Natica Leviathan* Pict. et Camp., *Pygurus Montmolini*, Ag., et *Pterocera Pelagi* Orb. A leur partie supérieure, ces couches sont recouvertes par un grès très dur, brun à l'air, jaune foncé dans les cassures fraîches. Ce grès se voit très nettement à la ferme de la Querola. Bien que le flanc Est du Moncabrer soit la seule région où j'aie rencontré *Natica Leviathan* Pict. et Camp., peut-être ce fossile existe-t-il plus à l'Est, non loin de Gandia, à Ador, où l'on voit, subordonné à des couches à *Hopl. Leopoldinus* Orb., un grès très analogue à celui de la Querola, et comme lui presque sans fossiles.

C'est aussi au niveau de *Natica Leviathan*, Pict. et Camp., qu'il faudra probablement rapporter les bancs de calcaires marno-gréseux verdâtres qui ont précédé les couches à *Hoplites cryptoceras* Orb. dans la sierra de Foncalent. Bien que ces calcaires ne soient pas fossilifères, le fait de leur situation entre les couches à *Lytoceras subfimbriatum* Orb., *Holcostephanus Astieri* Orb. et *Hoplites cryptoceras* Orb., d'une part, et les calcaires marneux à *Perisphinctes eudichotomus* Zitt., d'autre part, semble témoigner nettement en faveur de cette équivalence.

Bien qu'il y ait quelque analogie de structure lithologique entre ces horizons du Moncabrer et de Foncalent, néanmoins la différence considérable de puissance, et aussi l'absence de ces grès ferrugineux à la base des couches à *Hopl. neocomiensis* Orb., et la présence à leur place de niveaux plus marneux, contrastent avec l'identité presque complète des couches sous-jacentes et semble indiquer que, si à l'époque où se sont déposées les couches à *Perisphinctes eudichotomus* Zitt. le fond de la mer paraît avoir été uniforme, et les conditions des dépôts presque identiques, il n'en aurait pas été de même pour les couches à *Natica Leviathan* P. et C. du Moncabrer, et le niveau équivalent de Foncalent. En un mot, il semble qu'il y ait eu à cette époque un commencement de différenciation dans les dépôts.

Quant aux raisons qui ont provoqué cette différenciation, il est

bien difficile de les établir : on ne peut que faire les remarques suivantes :

On pouvait s'attendre à rencontrer, dans cette région, le Néocomien avec un faciès méditerranéen, c'est-à-dire avec un faciès vaseux à Céphalopodes ; c'est précisément cet aspect que présentent les couches (Tithonique) inférieures à celles qui nous occupent et les dépôts qui se sont effectués plus tard (Barrêmien). D'où provient ce double changement brusque de faciès ?

L'étude approfondie du Crétacé qui entoure la Meseta à l'Est et au Sud résoudra peut-être cette question. Si, comme l'ont fait pressentir les travaux des géologues qui ont étudié ces régions, le Nord de l'Espagne a été en partie émergé lors du Néocomien inférieur, on pourrait voir, dans ce faciès gréseux, l'indice d'un rivage peu éloigné lors du début de cette époque. Le changement de faune pourrait être attribué à une modification dans le sens des courants ; cet ensemble de faits ne semble point être localisé à cette région, puisque, dans le Midi de la France, on retrouve, en certains points, une succession bien analogue, présentant d'abord *Natica Leviathan*, puis des couches à *Holcost. Astieri* et *Hoplites neocomiensis* (St-Hippolyte Durfort, département du Gard).

La grande analogie de ce faciès à grandes Natices avec celui signalé par M. Choffat dans le Portugal et connu depuis longtemps dans l'Ouest et le Nord de l'Europe, semble indiquer aussi à cette époque une communication avec l'Atlantique.

2° COUCHES A HOPLITES NEOCOMIENSIS.

Les couches à *Hoplites neocomiensis* Orb. offrent un développement remarquable et surtout une faune très riche ; c'est encore au pied du Moncabrer, à la ferme de la Querola, qu'on peut le mieux observer cet horizon.

Prenant donc cette région comme type, j'y rapporterai les deux autres régions où j'ai observé le Néocomien dans le Sud-Est de l'Espagne ; la *sierra de Foncalent* et les environs de *Ador*.

Caractères lithologiques. — A la Querola, les couches à *Hopl.*

neocomiensis Orb. se présentent à l'état de calcaires sablo-marneux gris jaunâtre, renfermant quelques bancs plus jaunes, plus marneux vers la partie supérieure où les fossiles sont pyriteux. Ce niveau pyriteux ne se retrouve pas dans la sierra de Foncalent où les couches que l'on peut considérer comme équivalentes à ces couches à *Hoplites neocomiensis* Orb. de la Querola sont constituées par des calcaires marno-sableux gris fumée, légèrement pyriteux, et renfermant quelques paillettes de mica disséminées.

A Ador (province de Valence). aux environs de Gandia, on retrouve encore ce niveau sous un aspect lithologique presque identique à celui qu'il a à la Querola, calcaires sablo-marneux gris jaune.

Subdivisions.— Les couches à *Hopl. neocomiensis* Orb. sont très fossilifères au gisement de la Querola. La partie inférieure où les fossiles ne sont pas à l'état pyriteux renferme :

Hoplites neocomiensis Orb., *Holcostephanus Astieri* Orb., *Amm. utriculus* Math., *Holcost. Hispanicus* Mall., *Ostrea Couloni* Orb., *Ostrea carinata* Lk., *Echinospatagus Ricordeanus* Cott., *Belemnites pistilliformis* Blainv., *Bel. Emerici* Rasp., *Terebratula Moutoni* Orb., *Rhynchonella*, *Rhabdocidaris Salvæ* Nickl., *Plicatula Macphersoni* Nickl.

Sur ce premier niveau reposent des marnes sableuses à fossiles pyriteux très abondants et où l'on recueille un grand nombre d'espèces communes avec les précédentes, au moins à la base. Il y a là probablement plusieurs niveaux distincts, de peu d'épaisseur, qui ont été mélangés par la charrue, et qu'il n'est pas possible de discerner. J'y ai recueilli :

Belemnites Emerici Rasp., *Bel. pistilliformis* Blainv., *Bel. cf. Fallauxi* Uhl., *Bel. cf. minaret* Rasp., *Bel. dilatatus* Blainv., *Hoplites neocomiensis* Orb., *Hopl. Roubaudi* Orb., *Holcost. Astieri* Orb., *Holcost. Douvillei* Nickl., *Holcost. Hispanicus* Mallada, *Holcost. Bachelardi* Sayn, *Phylloceras Tethys* Orb., *Phylloc. diphyllum* Orb., *Phylloc. semisulcatum* Orb., *Holcodiscus incertus* Orb., *Holcostephanus intermedius* Orb., *Amm* (?) *verrucosus* Orb., *Haploceras Grasi* Orb.

La présence de *Holcodiscus incertus* Orb. et *H. intermedius*

Orb. que l'on rencontre généralement avec *Crioceras Duvalii* Lev. dans les Basses-Alpes semble montrer que, dans ces affleurements, il y a bien plusieurs niveaux mélangés accidentellement. Peut-être la partie supérieure de ce niveau pyriteux, tout à fait local, doit-elle être rattachée aux couches à *Crioceras Duvalii* Lev.

Je n'ai point rencontré dans cette région *Holcost. Jeannotii*; on retrouve en revanche cette espèce dans la région de Foncalent associée à *Hopl. cryptoceras* Orb. et *Holcostephanus Astieri* Orb. et recouverte par les couches à *Belemnites dilatatus* Blainv. et *Crioceras.*

Aux couches à *Hopl. neocomiensis*, on peut rattacher les calcaires sableux jaunes d'Ador (province de Valence) qui renferment *O. carinata* Lk. sp., *Echinospatagus Ricordeanus* Cott., *Hoplites cf. Leopoldinus* Lk., *Terebratella cf. Astieri* Orb.

Faune des couches a Hoplites neocomiensis.

Belemnites Emerici Rasp., se rencontre fréquemment dans le niveau inférieur, la Querola (près Concentaina, prov. d'Alicante).

— **pistilliformis** Blainv., La Querola, Foncalent.

— **cf. Fallauxi** Uhl., la Querola, Foncalent (Rincon de los Santos).

— **cf. minaret** Rasp., la Querola, Foncalent (Rincon de los Santos).

— **dilatatus** Blainv., Foncalent, la Querola à la partie supérieure.

Nautilus sp. ind., la Querola, niveau inférieur.

Holcostephanus Astieri d'Orb., la Querola, Foncalent.

— **Hispanicus** Mall., la Querola, abondant dans le niveau pyriteux.

— **Beticus** Mall., la Querola.

— **Bachelardi** Sayn., la Querola.

— **Utriculus** Math., la Querola, niveau inférieur.

— **Jeannottii** d'Orb., Foncalent.

— **Douvillei** Nicklès, la Querola, rare.

— **Mitreanus** Orb. sp.

(?) **Holcostephanus intermedius** Orb., la Querola. Je ne serais pas étonné que cette espèce assez rare fût tombée du niveau à *Crioceras Duvalii*, aussi ne la placerai-je dans cette liste qu'avec un point de doute. Je ferai la même réserve pour *Holcodiscus incertus* cité plus loin.

Hoplites neocomiensis Orb., dans les deux niveaux, très commun à la Querola.

— **Leopoldi** Orb., Ador.

— **Roubaudi** Orb., la Querola, dans le niveau pyriteux seulement ; assez rare.

— **cryptoceras** Orb., Foncalent.

Phylloceras Tethys Orb., la Querola, à tous les niveaux ; Foncalent.

— **cf. Rouyanum** Orb., la Querola, niveau pyriteux.

— **diphyllum** Orb., la Querola.

— **semisulcatum** Orb., la Querola.

Haploceras Grasi Orb., la Querola, seulement dans le niveau pyriteux ; très commun.

Cosmoceras (?) verrucosum Orb., la Querola ; très rare.

Mortoniceras Gaudryi Nicklès,
— **Fischeri** Nicklès,
— **Vilanovæ** Nicklès,
— **Garciæ** Nicklès,
— **Vidali** Nicklès,
— **Stevenini** Nicklès,
} la Querola, niveau pyriteux, très rares. Ces espèces sont décrites plus loin.

Pulchellia n. sp., niveau pyriteux, la Querola.

Desmoceras n. sp., niveau pyriteux, la Querola.

Lytoceras subfimbriatum Orb., la Querola, dans le niveau calcaire; Foncalent.

(?) **Holcodiscus incertus** Orb., la Querola.

Aptychus angulicostatus Pict., la Querola, Foncalent.

Ostrea Couloni Orb., commune, la Querola, Foncalent, Ador.

— **carinata** Lk., la Querola, Ador.

— **rectangularis** Rœmer, la Querola, Ador.

Spondylus, la Querola.

Mitylus simplex Orb., la Querola, niveau inférieur.

Plicatula Macphersoni Nicklès, la Querola, niveau inférieur

Terebratula Moutoni Orb., la Querola.

Terebratella cf Astieri Orb., Ador.

Echinospatagus Ricordeanus Cott., la Querola, Ador, niveau calcaire.

Rhabdocidaris Salvæ Nicklès, la Querola, niveau inférieur (calcaire).

Acrocidaris (?), niveau pyriteux.

3° COUCHES A CRIOCERAS DUVALII.

Les couches à *Crioceras Duvalii* Lev., sont composées de calcaires marneux gris verdâtre, dont les bancs, généralement glauconieux, donnent à la roche un aspect des plus caractéristiques. C'est ainsi que dans la Sierra de Foncalent cet aspect se traduit sur la photographie (1) par une teinte plus foncée ; là, d'ailleurs, la glauconie occupe toute l'étendue des couches à *Belemnites dilatatus*; dans la Sierra Mariola, au contraire, elle n'en occupe que la partie supérieure ; la glauconie reparaît même dans le Barrêmien à plusieurs reprises, mais en moins grande abondance.

Il n'y a aucune subdivision à faire dans ce niveau qui ne paraît pas se mélanger aux couches à *Desmoceras difficile* Orb. Dans la Sierra Mariola, la limite inférieure est peu tranchée et fort difficile à observer. La limite supérieure n'est pas non plus facile à saisir, car le Barrêmien débute par quelques bancs glauconieux semblables à ceux où l'on recueille *Crioceras Duvalii* Lev.; on voit dans ces bancs des Criocères voisins de *Cr. Rœmeri* et *Desm. difficile* Orb.

FAUNE DES COUCHES A CRIOCERAS DUVALII.

Belemnites dilatatus Blainv., la Querola, Foncalent (très commun dans cette dernière localité).

— **cf. Fallauxi** Uhl., Foncalent (très abondante).

(1) Voir Pl. I N° 6.

Belemnites cf. minaret Rasp., Foncalent.

Crioceras Duvalii Lev., forme non épineuse telle qu'elle a été figurée par M. Baylo dans l'Atlas de l'explication de la carte géologique de France (1878). La Querola, calcaires marneux bleus.

— forme épineuse de très grande taille mesurant 27 cent. dans son plus grand diamètre. Calcaires marneux glauconieux de la Querola ; Foncalent (?).

Crioceras cf. fissicostatum Neum. et Uhl., barranco de las Fasedures.

— n. sp. A., la Querola.

Pulchellia cf. Mariolæ Nickl., surmoulage calcaire : on voit très nettement les tubercules ventraux.

Desmoceras cassida Rasp., échantillon de grande taille, la Querola.

Lytoceras subfimbriatum Orb., la Querola.

Ammonites angulicostatus Orb., la Querola.

Aptychus angulicostatus Orb., la Querola, Foncalent.

Rhynchonella Moutoni Orb., la Querola.

Pleurotomaria n. sp., barranco de las Fasedures.

4° ASSISE A DESMOCERAS DIFFICILE.

BARRÊMIEN.

L'assise à *Desm. difficile* Orb., ne semble pas, d'après les auteurs, être représentée dans le Nord de l'Espagne. Au contraire, dans le Sud, en Andalousie, elle a été signalée pour la première fois par MM. Bertrand et Kilian aux environs de Priego (province de Cordoue) et dans la province de Grenade. M. Nolan l'a rencontrée également aux îles Baléares.

Dans le Sud-Est de l'Espagne, et en particulier dans la province d'Alicante, elle se présente avec une puissance considérable, dans la Sierra de Mariola, la Sierra de Foncalent et aux environs de Busot.

C'est dans la Sierra Mariola que ses différents niveaux se distinguent le mieux les uns des autres, au double point de vue de la Lithologie et de la Paléontologie. Le Barrêmien y est constitué comme dans les autres régions d'ailleurs, par des calcaires marneux parfois très friables (la Querola), parfois très durs (Pinar de la Teuleria), surtout dans la partie moyenne. Il se termine à la partie supérieure par des marnes sableuses verdâtres.

Les marnes barrêmiennes sont généralement plus argileuses que celles de l'assise précédente, surtout à la partie inférieure, et jaunissent à l'air, moins cependant que les calcaires sableux à *Hoplites neocomiensis* Orb., ou que les calcaires marneux aptiens qui seront étudiés plus loin. Ces marnes, très friables, forment généralement un niveau inférieur de quelques mètres de puissance, avec fossiles pyriteux par places (la Querola) : la partie supérieure de ce niveau inférieur est plus dure, et est disposée en bancs quelquefois schisteux gris verdâtres, les calcaires y deviennent compactes (Mariola) ou grumeleux (Busot).

L'inverse semble avoir lieu dans la Sierra de Foncalent : le niveau inférieur est très dur, beaucoup plus que le niveau supérieur.

Subdivisions. — Le Barrêmien est très fossilifère dans le Sud-Est de l'Espagne, et sa faune est particulièrement remarquable dans la Sierra Mariola.

On peut distinguer deux horizons paléontologiques assez constants:

1° A la base, des marnes avec :

Desm. difficile, Orb., *Scaphites*, *Pulchellia compressissima* Orb., *P. Galeata* Orb., *Pulchellia Chalmasi* Nicklès, *Pulchellia Mariolae* Nicklès, *Pulchellia pulchella* Orb., *Pulchellia Zeilleri* Nicklès, *Holcostephanus cf. intermedius* Orb. var B, *Holcost. Alcoyensis* Nicklès, *Holcodiscus diverse-costatus* Coq. sp., *Holcodiscus Caillaudi* Uhl., *Holcodiscus metamorphicus* Coq., *Pulchellia Sauvageaui* Hermite, *Phylloceras Rouyanum* Orb., *Phylloceras Tethys* Orb. etc.

Tous ces fossiles sont à l'état pyriteux et permettent l'examen des individus jeunes et l'étude de leurs cloisons.

2° Au-dessus de ces couches apparaissent de grands *Heteroceras*, des *Crioceras* de très grande taille, avec :

Desm. difficile Orb., *P. pulchella* Orb., *Holcodiscus cf. Caillaudi*

Uhl., *Holc. cf. fallax* Coq., *Holc. Seunesi* Kil., *Phylloceras Rouyanum* Orb., *Phyll. Tethys* Orb., *Heteroceras bifurcatum* Orb., *Heteroceras sp. ind.*, *Crioceras cf. Orbignyi* Math. *Crioceras cf. Roemeri* Neum. et Uhl.

Ces subdivisions s'observent aussi nettement au pied du Moncabrer que dans la région de Foncalent : la première est très bien représentée dans la partie supérieure de l'arête qui, adossée à la ferme de la Querola, sépare le barranco de las Fasedures du barranco de la Querola : le chemin muletier de Concentaina à Agres traverse d'ailleurs ces couches dans leur partie la plus fossilifère. La subdivision supérieure est bien représentée plus haut, en montant vers Agres : elle y est tout à fait dénudée ; cependant les couches supérieures ne sont point faciles à voir : il faut pour cela se porter au Sud, vers le barranco de la Peña baña et le remonter jusqu'à l'escarpement crétacé qui domine le Pinar de la Teuleria (fig. 9, p. 60). Les éboulements provenant de la masse calcaire empêchent de voir les marnes sableuses verdâtres qui surmontent les calcaires marneux à *Heteroceras* et à *Crioceras cf. Orbignyi* Math. Ces sables verts se voient nettement, en revanche, à trois quarts d'heure de la fuente Mariola, près du chemin d'Alfafara.

Dans la sierra de Foncalent, on voit également les marnes à *Heteroceras* recouvertes par des bancs gréseux auxquels la présence de nombreux grains d'oxyde de fer donne une teinte brune.

A Busot, cette couche ferrugineuse se retrouve également recouvrant le Barrêmien d'un véritable minerai de fer, peu épais, mais où je n'ai trouvé que des fragments indéterminables d'Ammonites et de Térébratules.

En résumé, le Barrêmien semble, dans toutes les parties où j'ai pu le rencontrer, présenter le même aspect, dans la province d'Alicante, tant au point de vue de sa structure lithologique, qu'à celui de la composition de sa faune. Ainsi que l'ont fait connaître MM. Bertrand et Kilian, cet horizon se retrouve en Andalousie, à Priego (province de Cordoue), avec le même aspect qu'il semble d'ailleurs conserver dans la partie Nord du pourtour de la région méditerranéenne. M. Nolan a aussi rencontré aux Baléares le Barrêmien, avec *Desmoceras Columbianum* pyriteux.

Aux espèces classiques que l'on retrouve à ce niveau dans les

Alpes françaises, dans le Tyrol méridional, les Carpathes, etc., se joignent ici des espèce africaines, *Holcodiscus diverse costatus* Coq., *Pulchellia Sauvageaui* Herm., et des formes que l'on rencontre au même niveau dans l'Amérique du Sud, *Pulchellia galeata* Orb., *Desmoceras Columbianum* Orb.

C'est surtout dans la Sierra de Foncalent que se rencontrent les variétés les plus semblables à celles provenant des gisements analogues du Djebel Ouach et de Duvivier (1) (prov. de Constantine) : Tels sont *P. Sauvageaui* (2) Herm., *Pulchellia Ouachensis* Coq., et *H. diverse-costatus* Coq. dont la variété à côtes fines semble identique à Foncalent et en Afrique ; ce fait, d'ailleurs, de la rencontre à Foncalent de formes déjà plus africaines s'explique facilement par la différence de latitude de cette localité par rapport à la Sierra Mariola.

Partout où j'ai pu l'observer, le *Barrêmien* présente un faciès vaseux à Céphalopodes : pas plus que pour les couches à *Crioceras Duvalii* Lev., ce mot de faciès vaseux ne doit indiquer l'existence de fonds de haute mer : la fréquence de la glauconie vers la base, semblant indiquer que les dépôts barrêmiens se sont formés non loin d'un rivage.

FAUNE DU BARRÊMIEN.

Nautilus elegans Orb., la Querola (Concentaina).
— **pseudo elegans** Orb., Busot.
Crioceras Puzosianum Orb., Busot.
— **Emerici** Lev., la Querola (Concentaina), Foncalent.
— **cf. Rœmeri** Neum. et Uhl., la Querola, Busot.
— n. sp. A, Busot.
— n. sp. B, Busot.
Ancyloceras cf. Matheroni Orb., la Querola.
— **Orbignyi** Math. sp. Haug, la Querola, de très grande taille, assez commun.

(1) Ces gisements de la province de Constantine ont été l'objet d'un très intéressant travail de la part de M. Sayn. (Ammonitidés du Barrêmien du Djebel Ouach. Mém. Soc. agric. de Lyon 1890).

(2) J'ai décrit ou repris plusieurs de ces espèces dans les mémoires de la Société géologique de France (Paléontologie), t. I, fasc. II, mém. n° 4

Ancyloceras n. sp. C, de très grande taille : Pinar de la Teuleria.

Ancyloceras n. sp. semblable à une espèce du Tyrol méridional décrite (1) par M. Haug, pl. XI, fig. 3.

Heteroceras bifurcatum, Orb. assez commun, Busot Foncalent.

Heteroceras n. sp. D, espèce identique à celle recueillie par par M. Haug dans le Tyrol méridional, et figurée (1) par lui pl. XIII, fig. 1. Barranco de San Antonio (Concentaina).

Heteroceras sp. E, la Querola.

Desmoceras difficile Orb., très commun, atteignant parfois une très grande taille ; des échantillons recueillis à Busot ont jusque 19 cent. de diamètre ; commun à Foncalent et à Concentaina (Querola), où il est pyriteux à la base du Barrêmien, et calcaire à la partie supérieure (barranco de San Antonio, Pinar de la Teuleria).

Desmoceras Columbianum Orb. (*Amm. Columbianus* d'Orb. = *Amm. bicurvatus* Tietze = *Haploceras strettostoma* Uhl.), espèce beaucoup plus rare que la précédente. La Querola, Foncalent. Dans ces deux localités, je l'ai rencontrée à l'état pyriteux.

Desmoceras n. sp. A, la Querola.
— sp. ind. Foncalent.

Holcodiscus (?) **incertus** Orb. assez rare ; à l'état pyriteux, et présentant un nombre de sillons plus grand que ceux indiqués par d'Orbigny.

Holcodiscus Caillaudi Orb. la Querola.
— **fallax** Coq. in Math. id.
— **Gastaldii** Orb, sp. Uhlig. id.
— **cf. Perezi** Uhlig. id.
— **metamorphicus** Coq. sp. id.
— **Sophonisba** Coq. sp. id.

Il y aura lieu probablement de réunir la plupart de ces espèces qui semblent n'être que des variétés.

Holcodiscus van den Heckei Orb. la Querola.
— **Seunesi** Kilian, Sierra de Foncalent.

(1) *Haug*. Beitrag zur Kentniss der oberneocomen Ammonitenfauna der Puezalpe bei Corvara (Sudtirol). Beitrag. z. Pal. Oest. Ung. und des Orients, t. VII, 8.

Holcodiscus (?) **camelinus** Orb. assez commun, pyriteux à la Querola.

— **diverse costatus** Coq. J'ai repris la description de cette espèce (**78**), qui présente deux variétés, l'une à côtes plus grosses assez commune à la Querola. L'autre, à côtes plus fines se trouve à Foncalent (coll. de Verneuil, École des Mines), et est identique aux formes africaines figurées par M. Sayn.

Holcodiscus n. sp. **A**; la Querola, pyriteux.

Holcostephanus cf. Astieri Orb. Sierra de Foncalent (Rincon de los Santos).

Holcostephanus (?) **Alcoyensis** Nicklès (**78**), la Querola.

— (?) **intermedius** Orb. sp. Nickl. (**78**); la Querola.

Ces deux dernières espèces me semblent un jour devoir être séparées des vrais *Holcostephanus* qui correspondraient au groupe de *H. Astieri*.

Phylloceras Rouyanum Orb. très commun. Concentaina, Foncalent.

— **Tethys** Orb. Foncalent, Busot, Concentaina, Pinar de la Teuleria. Dans cette dernière localité, on trouve de grands exemplaires remarquablement conservés.

Pulchellia provincialis Orb. rare Foncalent.

— **compressissima** Orb. rare; la Querola.

— **galeata** Orb. barranco de San Antonio (Concentaina), Foncalent; rare, à l'état calcaire.

— **Mariolae** Nicklès (**78**), rare; la Querola.

— **Chalmasi** Nicklès, rare; la Querola.

— **Zeilleri** Nicklès, assez commun; la Querola.

— **pulchella** Orb., rare; la Querola.

Pulchellia Sauvageaui Herm. (sp. Sayn; sp. Nicklès), cette espèce doit être identifiée avec *Amm. Dutrugei* Coq. que l'on recueille dans les marnes néocomiennes du Djebel Ouach et de Duvivier. Foncalent (col. de Verneuil, École des mines).

Pulchellia Ouachensis Coq. sp. Sayn, Foncalent, rare.

Toutes ces *Pulchellia* sont à l'état pyriteux sauf *P. galeata* dont je n'ai d'ailleurs recueilli qu'un exemplaire. Leur état de conservation

m'a permis de donner (**72**) quelques détails sur leurs cloisons, peu connues jusqu'à ce jour. Je possède en outre du gisement de la Querola un certain nombre de *Pulchellia* nouvelles que je me propose de décrire prochainement.

Hoplites cf. Deshayesi Leym., la Querola avec *Pulchellia compressissima*, rare.

— **cf. paucinodus** Uhl et Neum., la Querola, rare.

— n. sp. A, la Querola, rare.

Pachydiscus (?) **cf. Neumayri** Haug, la Querola, rare.

APTIEN.

L'Aptien a déjà été en Espagne l'objet de nombreux travaux de la part de de Verneuil, Coquand, et de MM. Vidal, Carez, Vilanova, Mallada, de Cortazar, Landerer ; dans le Sud-Est de l'Espagne, l'Aptien qui est fort bien représenté n'avait pas été étudié jusqu'à présent. De Verneuil avait cru pouvoir attribuer à cet étage les couches à *Requienia Lonsdalei Sow.*, aujourd'hui *Toucasia Santanderensis* Douvillé, reconnues albiennes.

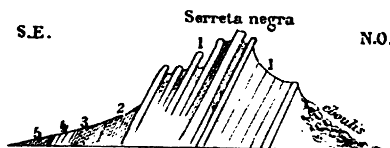
Les coupes suivantes montrent l'Aptien représenté dans les trois régions de la Sierra Mariola, de la Sierra de Foncalent, et de la Marina (Albir).

I. Sierra de Foncalent.

Serreta negra (extrémité N. E.) vers San Vicente.

En commençant par les couches les plus anciennes, on relève la coupe suivante :

Fig. 7. — *Coupe de la Serreta negra (extrémité N. E.)*



Aptien. 1. — Marnes et calcaires marmoréens pétris d'Orbitolines. — Les calcaires sont bleu foncé, jaunes à l'air. (100 m.)

Orbitolina conoidea A. Gras. *Orbitolina discoidea* A. Gras.

2. — Marnes grises (30 m.)

3. — Calcaire marneux bleuâtre (10 m.) renfermant *Desmoceras Athos* Coq.

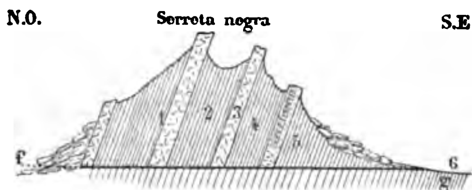
4. — Calcaire marneux avec *Phylloceras* (20 m.)

5. — Marnes grises sans fossiles.

Extrémité sud de la Serreta negra.

Si, au contraire, on se transporte à l'extrémité sud on relève de bas en haut la coupe suivante : (les couches par suite du décrochement de la Serreta plongent ici en sens contraire de celles de la coupe précédente.

Fig. 8. — *Coupe de l'extrémité S. de la Serreta negra.*



1-5, Aptien. — 6, Gault — *f*, faille.

1. — *Aptien.* Calcaires gris jaune et marnes grises sans fossiles.

2. — Marnes gris bleu avec quelques bancs calcaires (12 m.)

Orbitolina conoidea A. Gras. *Orbitolina discoidea* A. Gras.

3. — Calcaire marneux ocreux avec pyrites décomposées sans fossiles — bleu dans les cassures fraîches, — jaune brun à l'air, avec traces d'annélides, (3 à 4 m.)

4. — Marnes grises gréseuses sans fossiles (20 m.)

5. — 25 à 30 mètres de marnes grises gréseuses. Une faille interrompt la série.

6. — *Gault.* Marnes grises avec *Hem. phrynus.*

II. Sierra Mariola.

Pinar de la Teuleria.

Au-dessus du bois de pins appelé Pinar de la Teuleria, qui suivant toute probabilité végète dans les marnes gréseuses vertes qui forment la partie supérieure des couches à *Heteroceras* du

Barrêmien, se développe une série puissante de calcaires où l'on relève la coupe suivante :

1 — 50 mètres environ de calcaires blancs, cariés, présentant vers leur milieu des bancs marneux avec

Janira. — *O. discoidea* A. Gras
Orbitolina conoidea A. Gras.

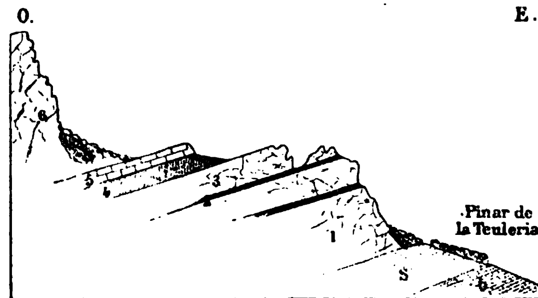
2 — Au-dessus, des couches dolomitiques présentant des empreintes d'Orbitolines;

3 — Des calcaires dolomitiques où l'on trouve des Rudistes indéterminables ;

4 — Marnes grises avec Bélemnites et petites Rhynchonelles, identiques à celles que l'on trouve avec *Acanth. Cornueli* Orb. à la ferme de Prats ;

5 — 10 à 15 mètres de calcaires magnésiens durs ;

Fig. 9. — *Coupe du Pinar de la Teuléria.*



b, s, Barrêmien. — 1-5, Aptien. — 6, Gault et Crétacé supérieur.

Gault etc. — 6 — 100 à 150 m. de calcaires ruiniformes inaccessibles en ce point, mais qui doivent correspondre aux calcaires dolomitiques qui forment la cime du Moncabrer.

Mas Nuevo.

Au Nord du Mas Nuevo on voit, de bas en haut :

1 — 10m calcaire gréseux dolomitique gris brun.

2 — 30 à 40m calcaires compactes jaunâtres avec Rudistes telle-

ment engagés dans la roche qu'il est presque impossible de les extraire (Ap_2).

3 — 15 à 20^m bancs (Ap_2) marneux avec

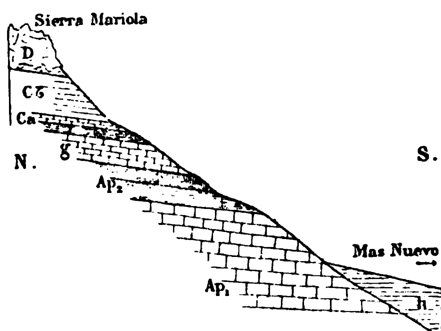
Acanthoceras Cornueli Orb.
A. Martinii Orb.
A. Stobiesckii Orb.
Plicatula placunea Lk., etc.

4 — 3 à 4^m calcaires sans fossiles.

5 — 15 mètres de calcaires durs, ($Ap._2$) sans fossiles, dans lesquels on rencontre des poches avec :

Terebratula.
Rhynchonella.
Lima.
Pecten.

Fig. 10. — *Coupe prise au Nord du Mas Nuevo.*



Ap, Aptien. — *g*, Gault. — *c*, Crétacé indéterminé. — *D*, Dolomies.

6 — *Gault.* — 40 mètres de calcaires durs (*g*) avec Rudistes de grande taille ; vers la partie inférieure on trouve :

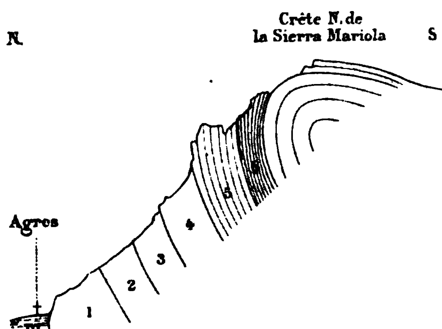
Toucasia Santanderensis Douv.

FLANC NORD DE LA MARIOLA.

En descendant de la Mariola vers Agres, on voit les couches renversées ; on relève la succession suivante :

a. — Calcaire gris clair compacte (200^m), marneux par places, et renfermant *O. Aquila* Orb., *Acanthoceras*, n. sp., et des Rhynchonelles (5,6).

Fig. 11. — *Coupe du flanc N. de la Sierra Mariola.*



b. — Calcaires blancs (4) saccharoïdes 30 à 40^{m}.

c. — Bancs de calcaire saccharoïde (3) avec Polypiers et Rudistes inclus dans la roche (30^{m}).

d. — Grès friables brun jaunâtre (2) par places ayant un aspect caverneux ruiniforme avec poches sableuses (100^{m}).

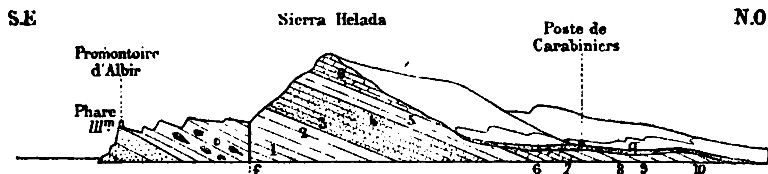
e — Calcaire (1) saccharoïde gris avec Rudistes (20^{m}).

III. Marina.

Promontoire d'Albir (Sierra Helada).

En relevant la coupe des environs de la mine de fer au poste des carabiniers on a, de bas en haut, la succession suivante :

Fig. 12. — *Coupe d'Albir.*



1. — Calcaires siliceux avec lumachelles en bancs renfermant à leur base des amas de minerai de fer géodique 20 à 30^{m}.

2. — Grès sableux micacés 10^{m}.

3. — Calcaires avec lumachelles 40^m avec radioles de *Cidaris*, et débris d'*Ostrea*.

4 et 5. — Marnes gréseuses très peu fossilifères.

On peut relever cette succession en suivant le sentier qui mène au phare. La partie supérieure de la coupe se voit très bien en descendant le long de la mer.

6. — 40^m de calcaires bleus, marneux, noduleux avec bancs de calcaires très compactes et s'élevant en escarpement vertical à 50 ou 60^m au-dessus de la mer.

7. — 30^m de calcaires compactes avec Échinides mal conservés.

8. — 10^m de calcaires gris jaunâtre avec *Janira cf. alpina* Orb.

9. — Calcaire marneux bleu foncé (100^m environ) plus friable par places avec de nombreux spatangoïdes et des Céphalopodes, *Hoplites* sp. A, semblable à un échantillon de la collection de la Sorbonne venant des couches à *Acanthoceras Cornueli*, Orb.

Ces calcaires renferment des Orbitolines,

Orbitolina discoidea A. Gras. *O. conoidea* A. Gras.

qui deviennent très abondantes à la partie supérieure.

10. — Calcaire jaunâtre dur renfermant :

Orbitol. discoidea A. Gras. *Orbitol. conoidea* A. Gras.
Plicatula radiola Lk. *Cerithium.*

APTIEN. RÉSUMÉ STRATIGRAPHIQUE.

D'après les coupes précédentes, l'Aptien me semble naturellement limité, dans la région du Moncabrer (Mariola), par les marnes sableuses vertes (partie supérieure du Barrêmien) à la base, et par les calcaires à Rudistes du Gault que l'on observe au-dessus des couches à *Acanthoceras Cornueli* Orb.

Dans la région de Foncalent, je considérerai cet étage comme compris entre les bancs de grès qui forment la partie supérieure du Barrêmien et les argiles et marnes micacées du Gault, inférieures aux couches de même composition lithologique qui renferment près du Rincon de los Santos *Avellana subincrassata* Orb. et *Cerithium mosense* Buv.

Enfin, dans la sierra Helada, je considérerai comme aptien tout ce qui est supérieur aux mines de fer d'Albir.

Caractères lithologiques. — L'aspect de cet étage étant très variable, je ne puis que le décrire spécialement dans chaque région :

I. *Sierra Mariola.*— Il y a deux horizons à relever : l'horizon inférieur est composé de calcaires où les Rudistes sont trop mal conservés pour être susceptibles d'une détermination quelconque ; je le rangerai dans l'Aptien par suite de la présence, dans ses couches, de *Orbitolina discoidea* et *O. conoidea* A. Gras.

L'assise inférieure est constituée généralement par des calcaires compactes assez durs ; vers le milieu, on voit fréquemment des lits marneux avec des Orbitolines (Pinar de la Teuleria ; chemin de la Querola à la Foya Ampla) ; souvent la partie supérieure des calcaires est remplacée par des accidents dolomitiques (Pinar de la Teuleria),

L'horizon supérieur est bien caractérisé par les marnes de Prats : avec *Acanthoceras Stobiesckii* Orb., *A. Cornueli* Orb., *A. Martini* Orb., *Hoplites Dufrenoyi* Orb., *Plicatula placunea* Lk, *Ostrea aquila* Orb., etc... Ces marnes recouvrent les calcaires sous-jacents assez régulièrement, leur puissance moindre que celle de l'assise inférieure est assez faible ; elles sont sableuses, friables par places, présentant fréquemment des nodules calcaires d'où il est fort difficile d'extraire les fossiles quand ils ne sont pas tout dégagés.

II. *Foncalent.* — Si l'on examine, au contraire, cet étage dans la région de Foncalent, on voit les Céphalopodes moins nombreux et représentés seulement par *Amm. cf. Athos* Coq. et *Phylloceras*, alors que les couches à Orbitolines sous-jacentes prennent une importance bien plus grande, allant jusqu'à former, en certains points, la moitié de la largeur de la Serreta Negra.

Les caractères lithologiques y sont différents de ceux de l'Aptien de la sierra Mariola ; calcaire gréseux dur, en bancs de 1 ou 2 m. séparés par des marnes gréseuses micacées de 10 à 40 m. d'épaisseur.

Les couches à *Orbitolina discoidea* et *O. conoidea* A. Gras se retrouvent près d'Altea, dans la sierra Helada ; les calcaires marneux très durs, qui renferment les Orbitolines, ont une puissance

considérable au cap d'Albir et aux environs de Benidorm. On y trouve, en outre, des Ammonites de grande taille et des Echinides. C'est peut-être à cet horizon qu'il faut rapporter les marnes et grès que l'on retrouve plus loin, près du barranco de Soler.

Les indications qui viennent d'être données montrent combien cet étage varie dans un espace relativement restreint. Les calcaires à Rudistes du Moncabrer semblent par leur position stratigraphique pouvoir être considérés comme l'équivalent des marnes et calcaires à Orbitolines de la Serreta Negra ; quant aux marnes qui forment la partie supérieure du Balcon de Llopis et les environs de Prats (Moncabrer) et où l'on trouve *Acanth. Cornueli* Orb., *A. Stobiesckii* Orb., *A. Martini* Orb., *Amm. Athos* Coq., on peut les considérer comme l'équivalent des couches situées à l'Est de la Serreta Negra, près de San Vicente, et où l'on rencontre *Amm. Athos* Coq. Ces deux couches sont, en effet, superposées dans l'un et l'autre cas à l'horizon à Orbitolines.

Il est à remarquer que ces calcaires à Rudistes du Moncabrer semblent être la première apparition des Rudistes dans cette région de l'Espagne. Ce faciès est constant dans la sierra Mariola, où il occupe une étendue considérable, alors que dans la région plus méridionale (la Marina) on ne constate aucun fait de ce genre, mais, au contraire, des dépôts franchement marneux. Il semble que les circonstances aient été, depuis ce moment jusqu'à la fin de la période crétacée, éminemment favorables au développement de ce double faciès, puisque diverses observations permettront de le suivre jusque dans le Maëstrichtien.

Faune de l'Aptien.

Orbitolina conoidea A. Gras, très abondante vers la base de l'Aptien ; Sierra Mariola (Pinar de la Teuleria), Albir, Benidorm (Sierra Helada), Foncalent (Serreta Negra).

Orbitolina discoidea A. Gras, très abondante au même niveau et aux mêmes localités que l'espèce précédente.

Acanthoceras Stobiesckii Orb., assez commun, atteignant jusqu'à 50 centimètres de diamètre ; Sierra Mariola (Balcon de Llopis, Prats, Fuente Mariola).

Acanthoceras Martini Orb., Prats, Balcon de Llopis.

Acanthoceras Cornueli Orb., commun; Prats, Balcon de Llopis.

Hoplites Dufrenoyi Orb.; Prats, Balcon de Llopis.

Desmoceras Athos Coq.; Balcon de Llopis (Mariola), Serreta Negra (Foncalent).

Plicatula placunea Lk., très commun ; Prats, Fuente Mariola, Balcon de Llopis.

Ostrea aquila Orb., très commun ; Prats, Fuente Mariola, Balcon de Llopis, col de Agres.

Ostrea macroptera Sow.; Prats, Balcon de Llopis.

Ostrea cf. carinata Lk., Prats.

Panopea Carteroni Orb., commun ; Prats, Balcon de Llopis.

Janira atava Orb., de très grande taille, assez commun ; Prats.

Corbis cf. cordiformis Orb.; Balcon de Llopis.

Trigonia sp. ind.; Prats.

Opis sp. ind.; balcon de Llopis.

Rhynchonella; Prats, Pinar de la Teuleria.

Terebratella; Prats.

ALBIEN.

(Gault).

L'Albien de l'Espagne n'a été, jusqu'à présent, l'objet d'aucune description précise. Collomb et de Verneuil, dans leurs notes sur la constitution géologique de l'Espagne, n'avaient pas mentionné son existence. Coquand avait cru entrevoir cet étage dans la province de Teruel (**30**), mais le mauvais état de conservation des fossiles qu'il lui attribuait a fait mettre en doute cette découverte par les géologues qui s'en sont occupés depuis. M. Vilanova (**108**) en indique néanmoins la présence dans la province de Teruel ainsi que dans celle de Castellon, mais ne donne aucune coupe précise à l'appui de son assertion. Au Nord, M. Vidal avait rattaché à cet étage les couches à *Plicatula radiola* Lk. et *Nucula bivirgata* Fitt. de la province de Lerida, que d'autres auteurs considéraient comme appartenant à l'Aptien.

Dans la province de Valence, spécialement rapprochée de la région étudiée ici, M. de Cortazar ne mentionne pas la présence de cet étage.

Ce n'est qu'à l'Ouest de la péninsule ibérique que M. Choffat a fait connaître, par ses remarquables travaux, la présence de couches de position douteuse que l'on doit aujourd'hui rattacher au Gault.

Cet étage existe aussi, fort bien caractérisé, dans la partie orientale ; j'ai déjà eu occasion de faire connaître (**72**) son existence dans la province d'Alicante, et notamment à Foncalent (Rincon de los Santos), Alfàz (barranco Devesa, Foya Muñera (1), Saltet); à Orcheta, etc. ; ces trois localités fournissent, en effet, des coupes instructives dont voici les principales :

I. Région de Foncalent.

La structure géologique de la région de Foncalent devant être décrite plus loin, je me bornerai à énumérer les coupes relatives au Gault.

(1) Foya Muñera et non Derramador comme il a été imprimé par suite d'une fausse indication de nom (**72**).

A. — Rincon de los Santos.

Gault.—Les couches appartenant au Gault sont orientées N. 65° E. et viennent buter par faille à l'Ouest contre des marnes avec bancs de grès intercalés, et orientées N. 52° E. Ces marnes ne renfermant aucun fossile, je ne puis rien indiquer au sujet de leur âge.

Relevée de l'Ouest à l'Est, à partir de cette faille, la coupe présente les couches suivantes :

Fig. 13. — *Coupe du Gault au Rincon de los Santos.*



14. — Marnes gris bleu micacées (16 m.), avec bandes jaunâtres, renfermant vers leur partie supérieure :

Cerithium Mosense Buv. sp. Pict. et Camp.
Cerithium Hornosi Nicklès.
Solarium Cortazari Nicklès.
Solarium Tyngrianum Pictet et Roux.
Trochus Vilaplanae Nicklès.

15. — Couches de même nature (8 m.) avec :

Belemnites.
Hamites rotundus Sow.
Cerithium Hornosi Nicklès.
Cerithium Mosense Buv.
Avellana cf. subincrassata Orb.
Rostellaria cf. Parkinsoni.
Solarium Cortazari Nicklès.
Solarium granosum Orb.
Trochus Vilaplanae Nicklès.
Natica excavata Mich.
Turbo voisin de *Turbo Dubisiensis* Pictet et Camp., de l'Urgonien.
Nucula Arduennensis Orb.
Nucula ovata Mant.
Serpula.

16. — 40 mètres environ de bancs peu résistants recoupés par quelques lits de limonite, devenant plus friables, bleus à la base, jaunes vers le haut. On y recueille des débris de *Desmoceras* et *Hemiaster cf. Heberti* P. et G.

16 bis. — Bancs de marne plus dure, jaunissant à l'air, d'une épaisseur de 20 mètres ; ils ne sont pas fossilifères, les marnes sont micacées et un peu gréseuses.

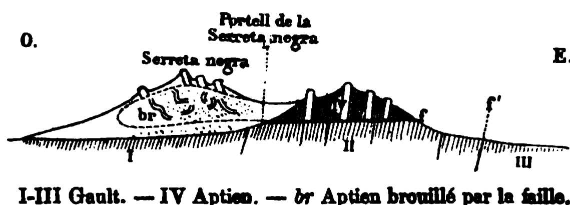
17. — 6 à 8 mètres d'argiles bleues avec *Epiaster* sp. A.

B. — PORTELL DE LA SERRETA NEGRA.

La Serreta Negra est une petite chaîne qui commence à 150 m. à l'Ouest du Mas del Rincon de los Santos et qui s'étend sur une longueur de 8 kilomètres environ jusqu'à une demi-lieue de San Vicente. Comme dans la sierra de Foncalent, les couches y sont redressées presque à la verticale.

Si l'on relève la coupe de la Serreta Negra, et qu'on la prolonge dans la plaine, du côté d'Alicante, on observe la série suivante :

Fig. 14. — *Coupe du Gault au Portell de la Serreta Negra.*



I-III Gault. — IV Aptien. — *br* Aptien brouillé par la faille.

18. — (I, fig. 13). — Argiles bleues compactes, 100 m. de puissance, craquelées, fissurées, présentant des bancs marneux avec des veinules calcaires ; elles jaunissent par places et renferment des bancs de calcaire gréseux, vers la sortie du Portell du côté de Foncalent.

Bien que je n'y aie rencontré aucun fossile, je crois cependant devoir les rapporter au Gault qu'on trouve près de là très bien caractérisé (couches à Gastéropodes).

19. — *Gault supérieur* (II. fig. 13). — On voit des couches plus gréseuses à l'entrée du défilé du côté d'Alicante ; elles sont verdâtres, jaunâtres par places, 50 m.

20. — Calcaires gréso-marneux (30 à 40 m.) ; ces couches renferment *Hemiaster phrynus* Desor.

21. — 100 mètres environ d'argiles bleues sans fossiles, recoupées de temps en temps par des veinules de calcite et par des bancs plus gréseux ; dans l'un de ces bancs j'ai recueilli une tige de Crinoïde.

22. — 50 mètres de couches gréso-marneuses d'un gris moins bleu.

23. — Des marnes de même nature, mais fossilifères (25 à 30m)

renfermant *Hemiaster phrynus* Desor et des fragments indéterminables d'Ammonites.

Une faille interrompt la série.

24. — Au-dessus on voit des bancs de marne gréseuse gris clair, légèrement micacée, sans fossiles (20 m.).

25. — Marnes sableuses gris clair avec nodules (7 à 8 m.).

26. — 2 à 3 mètres de marne sableuse plus foncée sans nodules.

27. — 5 à 6 mètres de marnes sableuses grises avec veines spathiques par places.

28. — Une faille interrompt la succession. On voit au-delà (III, fig. 13) 100 mètres de marnes sableuses, gris bleuâtre, noduleuses, avec des fragments d'Ammonites indéterminables.

29. — Une nouvelle couche sépare ces couches de calcaires marneux, (40 m.) gréseux et noduleux renfermant en grande quantité *Epiaster* n. sp. A identiques à ceux que l'on rencontre dans le Gault de Garrodoumencq (Ariège).

C. — Rincon de los Santos (chemin de Burguño).

A dix minutes du Rincon de los Santos, en se dirigeant vers Burguño, on voit à gauche du chemin un mamelon ayant 10 à 15 mètres de hauteur : il est constitué ainsi que l'indique la coupe suivante :

Fig. 15. — *Coupe du Gault sur le chemin du Rincon de los Santos à Burguño.*



1. — Calcaire blanc jaunâtre, sableux ; on y trouve (8 à 10 m.) *Epiaster n. sp. A.*

2. — Calcaire blanc jaunâtre (6 à 8 m.) avec débris d'Échinides.

3. — Quelques mètres de marnes gris bleu avec bancs plus calcaires renfermant *Inoceramus*...

3. — Marnes grises (5 à 6 m.) sans fossiles.

5. — Marnes gréseuses.

II. Région d'Orcheta

A. — Reco de Cortes (partie Est).

Le Reco de Cortes, situé à une heure au S. O. d'Orcheta, est une vallée en forme de cirque, qui semble avoir pour origine un bombement crevé et corrodé en son sommet : toutes les couches, sauf peut-être la partie N. que je n'ai pas pu bien explorer, plongent de l'intérieur du cirque vers l'extérieur. Le Gault friable et marneux est surmonté par le Cénomanien résistant et calcaire ; les coupes où l'on peut rencontrer le Gault sont donc surtout au centre : le Cénomanien et les étages postérieurs du Crétacé forment la partie supérieure des parois du cirque.

Dans le Reco de Cortes, on observe la coupe suivante, de bas en haut, et en superposition, vers l'Est (Fig. 16) :

Gault. 1. — Des marnes bleues, sableuses, renfermant :

Hemiaster phrynus Desor. *Hem. cf. minimus* Desor.

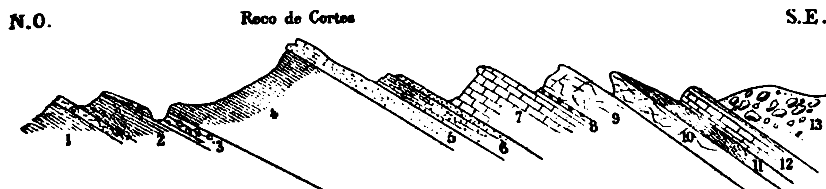
2. Puis des marnes calcaires, jaunâtres, bleues à leur partie supérieure renfermant :

H. phrynus Desor.

3. — Marnes noduleuses jaunes avec débris indéterminables de Céphalopodes.

Cénomanien. 4. — Il est constitué par des marnes et calcaires à ***Discoidea cylindrica*** Ag.

Fig. 16. — *Coupe du Reco de Cortes* (chemin d'Orcheta).



1-3, Gault. — 4-7, Cénomanien inférieur. — 8-12, Crétacé supérieur. — 13, Eboulis actuels.

B. — Flanc S. du Reco de Cortes.

De bas en haut, on relève la coupe suivante (Fig. 17):

Gault. 1.—Marne bleue friable, avec *Hemiaster phrynus* Desor.

2. — Marne bleue plus dure (1 à 2 m.) avec débris de *Hamites*.

3. — Marne bleue sans fossiles.

Cénomanien. 4.— Marne gris jaune avec *Hemiaster* n. sp. ind.

Fig. 17. — *Coupe du Gault sur le flanc Sud du Reco de Cortes.*



III. Région de Callosa et d'Alfaz.

Aux environs d'Alfàz, le Gault présente plusieurs affleurements qu'il est malheureusement impossible de suivre sur de grandes étendues, des éboulis quaternaires les recouvrant le plus souvent.

A. — Barranco descendant des Foyes Rieras.

On relève, de bas en haut, la coupe suivante :

1. — Calcaires durs blancs verdâtres (36 m.).

2. — Calcaires crayeux (20 m.) blancs avec bancs jaunâtres.

3. — Schistes blancs avec taches jaunes dans les couches supérieures (80 m.).

4. — Calcaires sableux gris fumée clair (0 m.50) avec *Brancoceras varicosum* Sow. *Terebratula*, *Rynchonella*.

5. — Calcaires schisteux (5 m.).

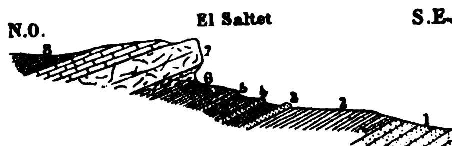
6. — Calcaires durs (1), blancs, (4 à 5 m.).

7. — Calcaires schisteux blancs (50 à 60 m.).

B. — El Saltet.

Au Sud du lieu dit El Saltet, près de la ferme de Aïxa, on voit des calcaires marno-gréseux renfermant des débris d'*Ammonites* et de *Hamites* indéterminables. En remontant au Nord, à partir du croisement des deux chemins (Mollò), on rencontre, de bas en haut, la succession suivante :

Fig. 18. — *Coupe du Saltet (Alfâs).*



1.—Couches marno-gréseuses, calcaires, gris bleu, de 25 à 30 m. de puissance, orientées N. 32° E., plongeant au N.

2. — Marnes gris-bleu (6 à 7 m.).

3. — Marnes (0,20 c.) renfermant *Brancoceras varicosum* Sow.

4. — Calcaires argilo-gréseux friables avec (1 m. 50) :

Brancoceras varicosum Sow.	*Inoceramus.*

5. — Calcaire argilo-gréseux moins friable, avec (1 m.) :

Desm. cf. Mayorianus Orb.	*Inoceramus.*
Brancoc. varicosum Sow.	

Cénomanien. 6. — Argiles grises avec parties bréchoïdes à la partie supérieure (2 m.).

7. — Calcaires blancs durs et compactes, formant le ressaut qui

(1) Ces calcaires durs se prolongent à l'Est vers Alfâz de façon à former au-dessus de Aïxa un ressaut : de là le nom de El Saltet donné à la ferme près de laquelle on trouve, dans le chemin, la coupe indiquée plus loin.

donne son nom à cette localité. Ces calcaires sont surmontés en concordance par d'autres calcaires moins durs (8 à 10 m.).

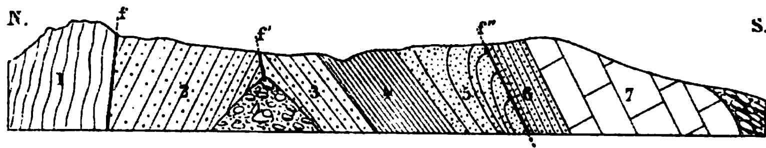
8. — Calcaire blanc crayeux en plaquettes, schisteux par places.

9. — Calcaire schisteux blanc fortement plissé.

C. — Barranco de Ronda.

En descendant le barranco Devesa, on arrive, au Sud, à 20 minutes environ du Tosal de la Caseta Vieja, à une masse de calcaires marno-sableux surmontés par des calcaires blanc-jaunâtre, et dont l'ensemble présente la coupe suivante :

Fig. 19. — *Berge Est du barranco de Ronda.*



1. — Sur une masse de calcaires argileux blancs, très fortement plissés, orientés N. 20° E. (15 m. environ) reposent :

2. — Des marnes gréseuses (3 à 4 m.) gris fumée, jaunâtres à l'air, orientées également N. 20° E. Ces couches ne renferment pas de fossiles.

3. — Couches de même nature, de plusieurs mètres d'épaisseur renfermant :

Turrilites Bergeri Brong.
? *Scaphites.*
Brancoceras varicosum Sow.
Desmoceras cf. Mayori Orb.
Hamites virgulatus Orb.

C'est dans ces couches que passe le chemin d'Altea ;

4. — Marnes bleuâtres friables, se délitant ; 10^{m} renfermant de petits Échinides ;

Hemiaster cf. phrynus Desor.

5. — Couches gréseuses grises, marneuses (5^{m}), avec Céphalopodes.

Ammonites cf. Milletianus ? Orb.

Une faille sépare cette première partie du reste de la coupe : les dernières couches (5) sont d'ailleurs fortement rebroussées ainsi que l'indique la figure :

6.— Couches gréseuses marneuses (4 à 5m), gris fumée, jaunâtres, renfermant :

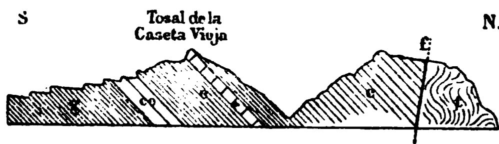
Turrilites Bergeri Brong. — *Hemiaster cf. phrynus* Desor.

7. — Au-dessus, 25 mètres environ de couches blanches, jaunâtres, calcaires, compactes, schisteuses par places, fortement redressées, orientées E.-O. Elles renferment des fragments de *Rhynchonella* et de *Radiolites*.

D. Tosal de la Caseta vieja (Alfaz).

En montant du Mas Devesa vers le Tosal de la Caseta Vieja, on rencontre :

Fig. 20. — *Coupe transversale du Tosal de la Caseta Vieja.*



t, Trias. — *g*, Gault. — *ce*, Cénomanien. — *c*, Crétacé indéterminé (Turonien ?).

1.—Des couches sablo-marneuses gris-jaunâtre, orientées N.90° O., inclinées à 45° et plongeant au S. Elles coupent en diagonale le chemin qui passe derrière la maison de Miguel Devesa : on n'y rencontre point de fossiles.

2. — Plus loin, en se dirigeant vers le Nord, on rencontre à une quarantaine de mètres des calcaires marno-sableux et siliceux gris-bleu présentant par places des nodules plus compactes. Ces couches renferment une faune très intéressante que sa composition rattache au Gault supérieur.

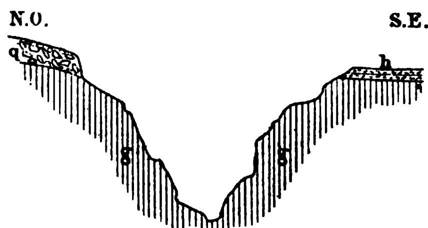
Turrilites Hugardianus Orb.
T. intermedius P. et C.
T cf. Bergeri Brong.
Baculites Sanctæ Crucis P. et C.
Brancoceras varicosum Sow.
Hemiaster cf. phrynus Desor.

Je n'ai pu observer les bancs qui séparent 1 de 2 : partout ils sont masqués par la culture.

E. La Nucia.

Gault. — Les couches ont au moins 100m de puissance et sont orientées N. 35° E. elles sont composées, au Sud de la Nucia, par

Fig. 21. — *Coupe prise au S. de la Nucia.*



des calcaires marno-sableux gris fumée (*g*), légèrement bleuâtres, esquilleux rappelant les calcaires du Gault du barranco de Ronda. Les couches sont plus noduleuses vers le milieu et de couleur plus claire de chaque côté du ravin. J'y ai recueilli quelques exemplaires de *Hemiaster phrynus* Desor. Elles sont recouvertes par le Quaternaire (brèches) et en certains endroits par des faluns durcis (*h*) helvétiens.

IV. Sierra Mariola (Gault à Rudistes).

A. Mas Nuevo (fig. 10).

On relève de bas en haut la succession suivante :

Aptien (partie supérieure). — 15 mètres de calcaires durs, dans lesquels on rencontre des poches avec de nombreux fossiles, *Terebratula*, *Rhynchonella, Lima*, *Pecten*, dans un calcaire marneux jaunâtre, se délitant.

Gault. — 40 mètres de calcaires durs avec Rudistes de grande taille ; vers la partie inférieure on trouve :

Toucasia Santanderensis Douv.

A la partie supérieure :

Toucasia cf. Seunesi Douv.

Avec ces deux niveaux, on rencontre des *Nerinées*, des Coralliaires.

Cénomanien (?). — Calcaires à Rudistes. (Les Rudistes mal conservés que l'on trouve dans ces couches ne permettent pas d'en fixer l'âge exactement : il y aura peut-être lieu de les ranger ultérieurement dans le Gault).

ALBIEN. RÉSUMÉ STRATIGRAPHIQUE.

D'une façon générale, au point de vue lithologique comme au point de vue paléontologique, le Gault se présente sous deux faciès bien distincts : le faciès marno-gréseux et le faciès à Rudistes.

1° FACIÈS MARNO-GRÉSEUX. — Dans toute la région avoisinant le littoral entre Foncalent et Altea, les horizons du Gault sont à l'état de marnes plus ou moins calcaires, plus ou moins gréseuses.

A. *Sierra de Foncalent.*— A 200^m environ du Rincon de los Santos, on voit une assise correspondant aux horizons moyens du Gault du centre de la France, de St-Florentin (Yonne) et d'Audinac, Ariège : elle est constituée par des marnes un peu sableuses, micacées, vert-bleu, presque blanches au soleil et renfermant une faune remarquable de Gastéropodes, *Solarium tingryanum* P. et R., *Cerithium mosense*, Buv., *Solarium granosum* Orb., *Nucula ovata* Mant., *Avellana incrassata* Sow., *Natica excavata* Mich., *Hemiaster cf. Heberti* P. et G., *Hamites rotundus* Sow. L'horizon supérieur composé d'abord par des marnes noduleuses avec *Hemiaster phrynus* Desor, est recouvert par des argiles bleues, puis par le niveau marno-sableux plus dur à *Inoceramus* et *Epiaster* n. sp. A.

Cette succession semble pouvoir se résumer ainsi :

Calcaires marneux { à *Epiaster* n. sp. A.
à *Inoceramus*.
Marnes à *H. phrynus*.
Marnes à *Gastéropodes*.

B. *Reco de Cortes* (*Orcheta*). — Aux environs d'Orcheta, au lieu dit Reco de Cortes, les marnes inférieures aux marnes cénoma-

niennes sont bleues, légèrement sableuses et les couches inférieures ont une grande analogie avec les marnes de Foncalent. Ainsi que le font connaître les coupes qui précèdent, on peut résumer ainsi les niveaux du Gault de Cortes :

4. *Cenomanien à Discoidea cylindrica* Ag.
3. *Marnes bleues sans fossiles.*
2. *Marnes avec Hemiaster phrynus* Desor et *H. cf. minimus* Desor.
1. *Marnes avec Hamites.*

C. *Alfàz.* — Ce sont des calcaires marno-gréseux tantôt très durs (Devesa) alors noduleux, tantôt friables (Saltet, Foya Muñera) qui représentent dans la région d'Alfaz le Gault supérieur. Au lieu d'une faune riche en Échinides ou en Gastéropodes, on trouve surtout des Céphalopodes: *Turrilites Hugardianus* Orb., *Turril. cf. Bergeri* Brong., *Turril. intermedius* P. et C., *Hamites Moreanus* Buv., *Baculites cf. Sanctæ Crucis* P. et C., *Brancoceras* voisine de *Branc. varicosum* Sow., *Ptychoceras.*

Ces couches qui sont surmontées par un niveau à *Discoidea cylindrica* Ag., semblent devoir rentrer dans le Gault, en raison de la présence de fragments d'Ammonites voisine de *Brancoceras varicosum* Sow. Il est impossible toutefois d'affirmer qu'il en est ainsi, les autres espèces citées se rencontrant dans le Cénomanien du midi de la France, notamment à Salazac et dans la montagne de Lure. Je laisserai donc cette faune dans le Gault jusqu'à ce que la rencontre d'un échantillon de *Brancoceras varicosum* mieux conservé, ou d'une espèce cénomanienne caractéristique comme *Discoïdea cylindrica* Ag. que l'on trouve au-dessus, tranche définitivement la question.

Le gisement du Barranco Devesa ou de Ronda renferme ainsi que ceux de El Saltet et de la Foya Muñera une faune analogue, moins riche, mais avec *Brancoceras varicosum* Sow. Les couches de ces derniers gisements sont plus friables que les premières ; elles sont plus jaunes que celles du reco de Cortes, mais ce fait qui tient à l'oxydation des éléments ferreux a une importance secondaire.

Les marnes à *Hemiaster cf. minimus* Desor, de la Nucia se rapprochent plutôt de celles du reco de Cortes.

D. *Mancha-Real.* — Enfin les couches de Pegalajar (Cabesa Prieta) province de Jaën avec *Turrilites Puzosianus* et *Stoliczkaia*

cf. dispar. Orb., que l'on voit surmontées par des calcaires marneux à *Epiaster* se rapprochent de celles de Foncalent.

Tel est le faciès marneux du Gault particulièrement répandu dans la partie de la province d'Alicante appelée la Marina.

La comparaison de ces quatre groupes donne lieu aux considérations suivantes :

Les couches marno-gréseuses qui surmontent les marnes du Gault à Gastéropodes renferment, près du Portell de la Serreta Negra, *Hemiaster phrynus* Desor ; elles appartiennent donc au Gault supérieur analogue à celui que l'on rencontre à Garrodoumencq (Ariège). Elles sont surmontées par des couches à *Epiaster* n. sp. A, identique à celui que l'on rencontre également à Garrodoumencq, et qui, dans la région de Foncalent, caractérise nettement l'horizon que l'on voit affleurer sur le chemin d'Alicante au delà du Portell, — sur le chemin de la Venta de la Guerra, — et sur le versant ouest de la Sierra de Foncalent au-dessus de Los Labavelos. Avec cet *Epiaster* ou peut être à un niveau un peu inférieur on trouve *Inoceramus* sp. A.

Des couches à *Epiaster* voisin de *Epiaster A* sont bien développées en Andalousie, aux environs de Mancha Real (prov. de Jaën). On les voit surmonter les couches à *Turrilites Puzosi* Orb. sur le chemin de Pegalajar à Torres, sur le flanc méridional de la Cabesa Prieta (prov. de Jaën), ce qui semblerait indiquer que cet ensemble doit être attribué au Gault.

D'autre part, dans la province d'Alicante, les marnes à *Hemiaster phrynus* et *H. cf. minimus* se retrouvent au Reco de Cortes (près Orcheta) où elles sont recouvertes d'abord par une puissante masse marneuse avec Céphalopodes indéterminables, puis par le Cénomanien. Il est donc probable que cette assise comprise entre les couches à *H. phrynus* et le Cénomanien à *Discoidea cylindrica* correspond :

1° Aux couches à *Epiaster* qui surmontent *H. phrynus*, et ont toutes raisons d'appartenir au Gault, par analogie avec ce que l'on voit à Garrodoumencq ;

2° Aux couches à Céphalopodes des environs d'Alfàz (Saltet, Devesa, etc.) qui renferment une faune ayant beaucoup d'affinités avec celle de la perte du Rhône et de Ste-Croix et qui sont sur-

montées par le Cénomanien à *Discoidea cylindrica* Ag. et *Holaster cf. nodulosus* Goldf. Il est intéressant de remarquer d'autre part qu'en aucun endroit des régions que j'ai parcourues, je n'ai rencontré de couches analogues à celles décrites par M. Choffat sous le nom de Bellasien et de couches d'Almargem : nulle part, en effet, je n'ai trouvé de bancs à Ostracées dans le Gault ou le Cénomanien du S.-E. de l'Espagne. Ce fait est d'autant plus remarquable que M. de Cortazar signale *O. flabellata* dans la province de Valence, et que ce faciès semble également développé dans les provinces de Teruel et de Soria, d'après des observations récentes de MM. Dereims et Chudeau. M. Welsch, d'autre part, vient dans un intéressant travail de montrer que le Gault et le Cénomanien présentent avec ce faciès un grand développement dans le Sud du département d'Oran.

2° Faciès a Rudistes. — Si le faciès marneux semble surtout développé le long de la côte, entre Foncalent et Altea, dans la région dite La Marina, il n'en est plus de même lorsque l'on remonte dans les régions septentrionales, telles que la Sierra Mariola : le Gault y est, en effet, représenté par des couches de Rudistes ayant une extension considérable.

Caractères lithologiques. — Ces couches qui reposent dans la Sierra Mariola sur les marnes de l'Aptien à *Rhynchonella*, supportées elle-mêmes par l'horizon à *H. Dufrenoyi*, *Acanth. Slobiesckii*, *Acanth. Cornueli*, *A. cf. Martini*, sont généralement formées d'un calcaire dur magnésien et siliceux renfermant des Rudistes nombreux. Ce sont les couches à *Toucasia Santanderensis* Douv. Ces calcaires d'un jaune roux qui ont dans la Sierra Mariola une épaisseur de 40 m. environ et que l'on voit bien développés aux environs de la Fontaine Mariola, de Prats et du Balcon de Llopis, sont surmontés par d'autres calcaires de même nature mais moins colorés, avec *Toucasia cf. Seunesi* Douv. Je n'ai bien vu ces derniers que près de Prats et de la fontaine Mariola. Au-dessus se trouve une série de couches qui ne m'ont fourni que des documents trop mal conservés pour donner sur leur âge des indications précises.

Subdivisions. — Ainsi que je l'indique, les deux fossiles les plus fréquents de ces couches, et qui semblent caractériser deux niveaux sont, à la base *T. Santanderensis*, et au-dessus *T. cf. Seunesi*.

Il y a lieu de remarquer que ces couches avaient été classées par de Verneuil dans le Néocomien en raison de la présence de *Toucasia Santanderensis* Douv. qu'il avait confondue avec *Requienia Lonsdalei* Sow. et qu'il avait figurée comme telle (1). Dans les notes de de Verneuil sur l'Espagne, il convient donc de remplacer le plus souvent le nom de *Requienia Lonsdalei* Sow. par celui de *Toucasia Santanderensis* Douv. et de l'attribuer au Gault.

Extension. — Dès lors, en rassemblant les observations de l'éminent géologue français, on est frappé de l'extension qu'avaient ces couches de Coralliaires et de Rudistes : il les cite dans la province de Teruel au Rio Deva, près de Libros ; dans la province de Valence au pico el Tejo, près de Requena ; — ces couches que l'on retrouve près d'Almansa doivent probablement être réunies à celles qu'il signale à Salinas, à la Venta de la Higuera, à Yecla, dans la Sierra de Jumilla (province de Murcie) et même à Nerpio (province d'Albacete), à quelques lieues des provinces de Jaën et de Grenade. Enfin *Toucasia Santanderensis* Douv. est signalée par M. Douvillé d'après un échantillon de la collection de Verneuil, à Jodar près de Jaën (2), et à Luanco le point le plus occidental de la côte Cantabre. Si l'on remarque que cette espèce se retrouve également à Santander, d'où vient le type,—en Portugal où M. Choffat la signale sous le nom de *R. Lonsdalei*, *entre une assise à Acanthoceras mamillare et le Cénomanien*, enfin dans les Pyrénées où M. Seunes en a fixé l'âge d'une façon précise, on peut se faire une idée de l'extension remarquable de ces couches à l'époque du Gault.

Faune de l'Albien.

Turrilites Hugardianus Orb. Devesa (Alfàz).
— **Bergeri** Brong., Devesa, barranco Ronda (Alfàz).
— **intermedius** Pict. et Camp. Devesa.
— sp. ind. espèce identique à des individus du Cénomanien de Salazac. — Devesa.
— **Puzosianus**, Orb., chemin de Pegalajar à Torres (province de Jaën).

(1) *Bull. Soc. Géol.* 1852, p. 92, pl. 8, fig. 12, 2ᵉ série T. X.
(2) *Bull. Soc. Géol.*. 3ᵉ série, t. XVII p. 684, 1889.

Hamites cf. Moreanus Buv. Devesa.
— **virgulatus** Orb. barranco Ronda.
— **rotundus** Sow. Rincon de los Santos (Foncalent).
Scaphites cf. Meriani P. et C., Devesa, barranco Ronda.
Scaphites sp. ind., Devesa.
Baculites Sanctæ Crucis P. et C., Devesa.
Ptychoceras sp. ind. Devesa.
Brancoceras varicosum Sow. Devesa, barranco Ronda, El Saltet, barranco de la Foya Muñera. (Ces quatre localités sont dans les environs immédiats d'Alfàz).
Desmoceras cf. Mayori Orb. barranco Ronda, El Saltet.
— **latidorsatum** Mich. Rincon de los Santos (Foncalent).
Inoceramus sp. ind., chemin de la Venta de la Guerra, los Labavelos (Foncalent).
Solarium granosum Orb. Rincon de los Santos (Foncalent).
— **Tingryanum** P. et Roux, Rincon de los Santos.
Solarium Cortazari Nicklès, très commun, Rincon de los Santos.
Cerithium Mosense Buv. très commun, Rincon de los Santos,
— **Hornesi** Nickl., très commun, Rincon de los Santos.
Trochus Vilaplanæ Nicklès, très commun, Rincon de los Santos.
Turbo voisin de **T. Dubisiensis** P. et C. de l'Urgonien ; rare Rincon de los Santos. (Foncalent).
Natica excavata Mich. rare, Rincon de los Santos.
Aporrhais cf. Parkinsoni Mant. Rincon de los Santos.
Avellana cf. incrassata Sow. Rinçon de los Santos.
— **subincrassata** Orb. Rincon de los Santos.
Nucula ovata Mant. commun, Rincon de los Santos.
— **Arduennensis** Orb. Rincon de los Santos.
Serpula, Rincon de los Santos.
Hemiaster cf. Heberti Peron et Gauthier. Rincon de los Santos.
— **phrynus** Desor. Devesa, barranco de Ronda (Alfàz). Reco de Cortes (Orcheta). Portell de la Serreta Negra (Foncalent).
— **cf. minimus** Desor. Devesa ; Reco de Cortes.
Epiaster n. sp. A ; chemin de la Venta de la Guerra, Bolanguer, los Labavelos (Foncalent).

CÉNOMANIEN.

Le Cénomanien a déjà été signalé dans beaucoup de points de l'Espagne ; les travaux de MM. Barrois, Vidal et Carez ont indiqué, en effet, l'existence de cet étage dans le Nord de la péninsule ibérique. On y rencontre tantôt des couches à *Orbitolina concava* Lk. surmontées par les calcaires à *Hemiaster bufo* Desor, tantôt des couches à *Acanthoceras Mantelli* Sow., tantôt des calcaires à *Ostrea carinata Lk.* et *Orbitolina conica*, Arch.

M. Castel a signalé, en 1881, l'existence dans la province de Guadalajara des couches à *Amm. Mantelli* Sow. et *Amm. Rhotomagensis* Lk. Cette dernière espèce a été retrouvée dans le Portugal par M. Choffat au-dessus de l'étage bellasien (1888). Enfin dans la province d'Alicante, M. Vilanova a fait connaître l'existence (Estret de Busot) de *Turrilites tuberculatus* Bosc., *T. costatus* Lk., *T. Puzosianus* Orb. puis *Discoidea cylindrica* Ag. Cette localité que je n'ai point explorée n'est pas très éloignée de celle de Cortes où j'ai relevé en 1889 la composition du Cénomanien : je me fais donc un plaisir de reconnaître la priorité de la découverte de M. Vilanova. Les régions d'Alfàz et d'Orcheta (Cortes) m'ont offert en outre d'intéressants affleurements.

Voici les principales coupes que j'y ai relevées :

I. Région d'Orcheta.

A. — Reco de Cortes (partie S.-E. — fig. 16, p. 71).

Ainsi que je l'ai fait voir précédemment le Gault occupe le centre et le fond du Reco de Cortes : le Cénomanien est donc visible sur les bords : les deux coupes suivantes sont prises, en effet, l'une à l'Ouest, l'autre au Sud-Est.

Substratum : Gault à *Hemiaster phrynus* Desor.

Cénomanien. 4. — Marnes bleues se délitant à l'air, épaisses d'environ 60 mètres, renfermant :

Epiaster Villei Coq.
Hemiaster sp. A.
Discoidea cylindrica Ag.

5. — Calcaires marno-gréseux siliceux (6 à 10ᵐ), micacés, gris bleu, renfermant :

Discoidea cylindrica Ag.
Mortoniceras inflatum Sow..

6. — Couches de même nature (10 à 12ᵐ) renfermant encore :

Mortoniceras inflatum Sow.
Stoliczkaia dispar Orb.
Discoidea cylindrica Ag.

7.— Calcaires siliceux bleu clair, durs, noduleux, avec *Discoidea cylindrica* Ag. de grande taille (20 mètres).

B. — Extrémité ouest de Cortes

On voit de bas en haut et en superposition :

Gault. 1. — Calcaire marneux bleu noduleux avec *Hemiaster phrynus* Desor, 40 mètres.

Cénomanien. 2. — Marne bleue, 10 à 15 mètres.

3. — Calcaire noduleux gris bleu gréseux micacé, de 25 à 30 mètres.

Fig. 22. — *Reco de Cortes (Ouest)*



4. — Calcaire marneux noduleux, blanchâtre, avec *Discoidea cylindrica* Ag. et *Toxoceras*, 15 à 20 mètres.

5. — Calcaire compacte, dur, jaune, 6 à 8 mètres.

6. — Calcaires friables, blanc-jaunâtre, avec de petits grains de sable, 5 à 6 mètres.

7. — Bancs gréseux gris, durs.

II. Région d'Alfaz.

A. — Tosal de la Caseta Vieja (v. fig. 20, page 75).

3 — *Cénomanien.* — 30 mètres plus loin on rencontre des couches marno-gréseuses gris clair, sans fossiles.

4 — 10 mètres les séparent des couches marneuses (*Ce*) à :

Discoidea cylindrica Ag. *Holaster subglobosus* Gold.

Ces couches mesurent 8 à 10 m.

5 — Une même épaisseur de couches, également marneuses, surmonte la précédente et renferme *Hemiaster* n. sp.; on trouve çà et là, dans les terres cultivées qui recouvrent les affleurements, quelques *Discoidea cylindrica* Ag. mélangées aux *Hemiaster*. Il est possible toutefois que ces niveaux soient nettement séparés et que le mélange soit uniquement dû à la culture.

6 — 40 mètres environ de couches plus friables sans fossiles (*c*).

7 — Ces couches sont surmontées par des bancs d'un calcaire compacte, blanc-jaunâtre, fort dur, veiné de spath et de sidérose. Ce calcaire affleure à la partie supérieure du Tosal ; il n'a pas suivi complètement dans leurs dislocations les couches qu'il recouvre. Il est orienté N. 80° O. Il plonge au Nord sous un angle de 45°.

Les couches 6 et 7, en raison de leur grande différence de plasticité se sont comportées différemment dans le plissement ; la couche 6 est très fortement ridée et les bancs calcaires 7 le sont très peu, mais coupés par de nombreuses cassures. De là une apparence de discordance (v. fig. 59, p. 175).

Cénomanien. Résumé stratigraphique.

Caractères lithologiques. — C'est généralement sous l'aspect de calcaires marno-gréseux, souvent noduleux, que le *Cénomanien* se présente dans cette région. En deux localités seulement j'ai pu l'observer d'une façon précise dans la province d'Alicante ; j'en ai constaté l'existence en un point dans la province de Jaën.

Subdivisions.— Le fossile le plus caractéristique du Cénomanien de cette partie de l'Espagne me paraît être *Discoidea cylindrica* Ag.

I. — A Alfàz, on le voit associé à *Holaster cf. nodulosus* Goldf. et *Hemiaster* sp. A., surmontant le Gault supérieur.

II. — Au Reco de Cortes (Orcheta), on trouve *D. cylindrica* Ag. avec *Hemiaster* sp. A., *Epiaster cf. Villei* Coq.; puis au-dessus avec *Morton. inflatum* Sow. et *Stol. dispar* Orb.; enfin il existe en abondance dans des bancs où ne l'accompagne aucun fossile.

III. — En Andalousie, on rencontre encore des couches avec *D. cylindrica* de très grande taille près de Mancha Real (province de Jaën), (flanc sud du Cabeso Prieto au-dessus du chemin de Pegalajar à Torres).

IV. — Il existe aussi près de Denia des couches marneuses à *Orbitolina concava* Lk.

Je ne puis indiquer pour le Cénomanien d'autres subdivisions que celles données dans la coupe du Reco de Cortes ; elles n'ont d'ailleurs qu'une importance toute locale. D'autre part au Reco de Cortes comme en Andalousie, les couches superposées à l'assise à *D. cylindrica* Ag. ne semblent renfermer aucun fossile. Il ne m'est donc pas possible de les classer exactement, et, par suite, d'indiquer la limite supérieure du Cénomanien dans cette région.

Comme pour le Gault, il y a lieu de remarquer le contraste qu'offre ce faciès à Échinides et à Céphalopodes et le faciès à Ostracées beaucoup plus répandu dans le N. de l'Espagne et qui ne semble pas exister dans la région étudiée ici.

En raison de la présence de *Discoidea cylindrica* Ag., je range dans le Cénomanien les calcaires marneux à *Mortoniceras inflatum* Sow. du reco de Cortes qui, d'ailleurs, présentent une ressemblance remarquable au point de vue lithologique comme au point de vue de la faune avec les couches équivalentes de l'Isère et des Basses-Alpes. Il n'est point surprenant, d'ailleurs, de voir la constance des caractères qui distinguent cette assise, étant donnée l'extension considérable de *Amm. inflatus*. Cette espèce, que M. Choffat a signalée en Portugal, existe probablement en Andalousie où j'ai signalé *Turril. Puzosi* et *Stol. dispar* qui l'accompagnent fréquemment. Les travaux de MM. Blanford et Stoliczka, et Choffat, ont d'ailleurs

montré que *M. inflatum* se retrouve dans l'Inde et la Guinée méridionale.

Partout le Cénomanien m'a paru concordant avec le Gault (1) ; les calcaires bréchoïdes du Saltet et les couches à *M. inflatum* d'Orcheta (2) semblent les seuls indices de l'extension au S.-E. de l'Espagne de la transgression cénomanienne.

FAUNE DU CÉNOMANIEN.

Mortoniceras inflatum Sow., Reco de Cortes (Orcheta).
Stoliczkaia dispar Orb., Reco de Cortes.
Ammonites sp. ind., Reco de Cortes.
Discoidea cylindrica Ag., Cortes (Orcheta), Devesa (Alfàz), Cabesa Prieta (Mancha Real, Andalousie).
Epiaster cf. Villei Coq., Cortes (Orcheta).
Hemiaster n. sp. A., Cortes (Orcheta), Alfàz.
Holaster cf. nodulosus Goldf., Devesa (Alfàz).
Orbitolina concava Lk. Dénia.

(1) Je rappellerai que M. Ficheur a fait la même remarque dans le Djurjura.

(2) Je dois à MM. Garcia la connaissance des gisements des environs d'Orcheta ; je suis heureux de les remercier ici de leur gracieux accueil.

TURONIEN ET SÉNONIEN.

Le Turonien et le Sénonien ne renferment généralement pas de fossiles dans la région que j'ai étudiée ; aussi les réunirai-je en un seul chapitre.

Ces étages ont été, pour le S.-E. de l'Espagne, l'objet de peu de travaux ; toutefois M. de Cortazar rattache au Turonien les couches à *O. flabellata* de la province de Valence.

I. **Sierra Mariola.** — On voit, dans cette région, au-dessus des couches à Rudistes peut-être cénomaniennes qui surmontent le niveau à *Toucasia* du Gault :

1. — Des dolomies où l'on ne rencontre aucune trace de fossiles ; ces dolomies sont de formation postérieure au niveau qu'elles représentent.

2. — Des calcaires cariés, durs, plus compactes vers la partie supérieure et ne renfermant également pas trace d'êtres organisés.

3. — Des calcaires marno-sableux avec empreintes d'Inocérames devant probablement rentrer dans le Sénonien.

II. **Région de la Marina.** — Aux environs d'Alfàz je rattache à ces deux étages, et peut-être aussi à la partie supérieure du Cénomanien, tout ce qui est postérieur aux couches à *Discoidea cylindrica* Ag. et antérieur aux calcaires à *Stegaster*.

Ces couches comprennent, au Tosal de la Caseta Vieja (fig. 20) :

1. — Des marnes schisteuses fortement plissées, blanches, très répandues dans la région.

2. — Des calcaires durs, blanc-jaunâtre, en bancs redressés, qui forment la crête du Tosal.

3. — Des calcaires blancs, assez durs, présentant quelques parties veinées de rose clair ; ce sont eux qui forment les couches inférieures de la partie haute du barranco Devesa ; on les retrouve aussi avec

des débris d'Inocérames un peu au Nord de Aïxa. Enfin ces calcaires blancs forment la partie septentrionale des Foyes Blanques.

Aux environs d'Orcheta, je fais rentrer dans ces deux étages tout ce qui est supérieur au Cénomanien, les calcaires blancs et les calcaires marneux bariolés de jaune et de rouge qu'on voit en sortant du reco de Cortes, vers Orcheta.

En se reportant à la fig. 16 (p. 71), on voit, au-dessus du Cénomanien à *Discoidea cylindrica* Ag. :

8 — Conglomérat sans fossiles, 1 m.

9 — Calcaire gris clair, dur, sans fossiles, 20 m.

10 — Calcaire blanc-jaunâtre, dur, compacte, formant des crêtes élevées autour du reco de Cortes, 10 à 15 m.

11 — Calcaires blancs, friables, sans fossiles, 6 m.

12 — Bancs calcaro-marneux jaunes et rouges présentant des teintes très vives.

III. **Région de Cuatretonda.** — Le Turonien doit également y exister, à en juger par la grande puissance des dépôts subordonnés au Sénonien, lorsqu'on se dirige vers Luchente. Ces dépôts sont constitués principalement de calcaires tantôt compactes, tantôt friables, ne renfermant que des empreintes indéterminables.

Gisements sénoniens. — Il y a cependant quelques gisements fossilifères de Sénonien supérieur : c'est, près de Cuatretonda, au-dessous des couches à *Hemipneustes*, du Maëstrichtien, un horizon renfermant des *Clypeolampas* voisins de *Cl. ovum* Grat.

Dans la Sierra Mariola ce sont des calcaires crayeux, parfois sableux, avec Inocérames, et renfermant à leur partie supérieure *Micraster aturicus* Héb., considéré jusqu'à présent par les auteurs comme caractérisant le Sénonien supérieur.

Aux environs de Cuatretonda, province de Valence, on voit le Sénonien représenté par des dépôts sableux passant quelquefois à de véritables poudingues (Bastida). Au Barranco de los Cucales, on relève de bas en haut, la coupe suivante :

1. — A la base (fig. 23, *a b*, page 94) 70 mètres environ de calcaires blancs, tantôt compactes, tantôt saccharoïdes, et où je n'ai rencontré que des débris indéterminables de *Pecten* et de Polypiers.

2 — (fig. 23, *o d*). Si l'on suit ces calcaires vers Benovaire, on voit, après avoir franchi la première ravine, qu'ils sont recouverts par des calcaires gréseux friables (8 m.), avec *Pecten* et moules indéterminables de Gastéropodes et Nautiles. A leur partie supérieure, on rencontre des couches de même nature, renfermant une faune d'Échinides, savoir :

Clypeolampas aff. *ovum* Grateloup.	*Ostrea vesicularis* Lk.
Faujasia sp.	*Janira quadricostata* Orb.
Hemiaster (2 espèces).	*Nautilus* ind.

Sauf *Ostrea vesicularis* Lk. et *Janira quadricostata* d'Orb., qui, ayant une extension verticale considérable, ne suffisent pas à définir nettement une assise, je n'ai pas rencontré dans ces grès d'espèce caractéristique ; cependant étant donné la présence de *Clypeolampas* voisin de Cl. *ovum*, ces grès me paraissent devoir être, jusqu'à nouvel ordre, considérés comme sénoniens : je ne puis préciser davantage leur niveau. D'ailleurs, ces grès, malgré l'absence de superposition directe, semblent inférieurs aux grès maëstrichtiens à *Hemipneustes* du barranco de Chaume.

Cet horizon se retrouve sur le chemin de Barcheta, près de la Bastida, surmontant des poudingues blancs, assez épais et à petits éléments roulés. Ces faits montrent que, pour le Sénonien, comme on le verra aussi pour le Maëstrichtien, il y avait probablement vers le Nord de la région étudiée, un rivage peu éloigné, si on en juge par la présence de poudingues et de puissants dépôts sableux. Au contraire, plus au Sud, dans la Sierra Mariola, probablement aussi dans la Sierra d'Almudaina, les Sierras de Pego, et dans la région d'Alfàz, le Sénonien devait être plus éloigné de la côte, étant donné le caractère vaseux qu'y affectent les dépôts immédiatement inférieurs au Maëstrichtien.

Voici, en effet, leur composition aux environs du Mas de Blas Giner.

Lorsqu'on vient d'Alcòy à la fontaine de Barchell par le Salt, les couches sénoniennes, surmontées de quelques lambeaux maëstrichtiens, forment entre le Mas del Sargent et le Mas de Blas-Giner, une muraille inclinée coupée au Nord presque verticalement par une faille (fig. 23, p. 94). Ces couches ont dû, dans ce ridement, être soumises à des efforts latéraux considérables, ainsi que semble en

témoigner la faille inverse que l'on observe près de la fontaine de Barchell :

1 — Sur des calcaires cariés et des dolomies dans lesquels il m'a été impossible de reconnaître aucun fossile, reposent (fig. 23) de bas en haut :

2 — 10 à 15 mètres d'un calcaire blanc, compacte, sans fossiles, visible seulement au Nord, sur le chemin de Bocairente ;

3 — 20 mètres de calcaires argileux blancs jaunâtres, où l'on rencontre des débris d'Inocérames ;

4 — Puis des calcaires blancs (40^{m}) avec *Micraster Aturicus*, Héb. Ces calcaires blancs sont très durs par endroits, crayeux à d'autres ;

5 — Au-dessus, des bancs de même nature, renfermant :

Pachydiscus aff. Gollevillensis Orb.
Phylloceras Velledæforme Schlüt.
Am. cf. Dûreri Redtenbacher.
In. regularis Orb.

La présence dans cette couche d'une forme se rapprochant de *Amm. Gollevillensis* Orb. ne me semble pas suffisante pour classer ces calcaires dans le Maëstrichtien, si l'on tient compte surtout de la présence au même niveau de *Phyll. Velledæforme* Schlüt., que l'on rencontre à Lunebourg avec *Pachydiscus Neubergicus*. Je laisse donc provisoirement cette couche dans le Sénonien jusqu'à ce que la rencontre en ce point d'espèces mieux caractérisées tranche définitivement la question.

Il y aussi dans la Sierra d'Onteniente des bancs de Rudistes qu'il y aura peut-être lieu de rapporter au Sénonien : On y trouve des formes très analogues à celles recueillies par M. Munier-Chalmas dans l'Istrie.

Ces faits montrent que déjà lors du Sénonien, comme on le verra lors du Maëstrichtien, les couches avaient des faciès complexes ; la variation dans les formations, l'apparition répétée des poudingues dans le Nord semblent montrer qu'à cette époque il y avait déjà des oscillations préparant l'émersion, lors de l'Éocène, du territoire compris entre le Sud de la province de Valence et la Catalogne.

LISTE DES FOSSILES RECUEILLIS DANS LE SÉNONIEN.

Nautilus sp. ind., Cuatretonda.

Amm. (**Pachydiscus**) **cf. Gollevillensis,** Orb., Mas de Blas Giner (Sierra Mariola).

— (**Pachydiscus**), **cf. Durerl** Redt., Mas de Blas Giner.

Phylloceras Velledæforme Schlut., Mas de Blas Giner.

Inoceramus regularis Orb., Mas de Blas Giner.

Ostrea vesicularis Lk., barranco de los Cucales (Cuatretonda).

Janira quadricostata Orb., barranco de los Cucales (Cuatretonda).

Micraster Aturicus Héb., Mas de Blas Giner, Pego.

Clypeolampas cf. ovum Grateloup. — Cuatretonda.

Clypeolampas n. sp. A., Cuatretonda.

Hemiaster (2 espèces nouvelles), Cuatretonda, la Bastida.

Faujasia n. sp., Cuatretonda, la Bastida.

MAESTRICHTIEN.

Le Maëstrichtien est déjà connu dans le Nord de l'Espagne ; les travaux de MM. Vidal, Carez, Toucas, de Cortazar, etc., ont mis en évidence l'existence des couches à *Otostoma ponticum*, *Hemipneustes*, etc...

Peu de travaux ont fait allusion au Maëstrichtien de la région étudiée ici : les notes de M. Vilanova, qui ont été analysées dans la partie historique, donnent quelques indications de localités et de fossiles, en les rapportant simplement au Crétacé supérieur. Ces notes signalent l'existence de *Ostrea Matheroniana* Orb. et *Ostrea vesicularis* Lk., près de Cuatretonda; de *Inoceramus Cripsii* Mant. près d'Alcòy.

J'ai donné déjà quelques détails sur la composition du Maëstrichtien, dans les provinces de Valence et d'Alicante ; les localités aux environs desquelles j'ai constaté la présence de ces étages sont :

1 — Dans la province de Valence : *Cuatretonda* ;

2 — Dans la province d'Alicante : *Alcòy*, *Callosa de Ensarria*, *Alfàz* et *Orcheta*.

Voici les coupes que j'ai relevées dans chacune de ces localités :

I. Région de Cuatretonda.

Cuatretonda (1) est situé dans la haute vallée de l'Albaïda dans le Sud de la province de Valence, à trois quarts d'heure à l'Est de Beniganim et à une heure et demie à l'Ouest de Luchente.

C'est dans la Sierra Grosa qui forme la bordure septentrionale de la vallée, et qui s'élève, en pentes douces, à une demi-heure de Cuatretonda, que se trouvent les gisements que j'ai signalés en 1888 et 1889.

Deux parties de cette Sierra m'ont paru plus spécialement propices

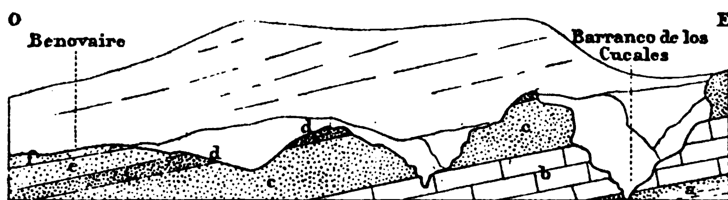
(1) Il ne faut pas le confondre avec Cuatretondeta près Gorga (prov. d'Alicante), que l'on appelle quelquefois Cuatretonda.

à l'étude du Maëstrichtien : l'une, rapprochée de Cuatretonda dans la partie basse de la montagne, s'étendant du barranco de los Cucales à Benovaire, et pouvant se continuer par les coupes du barranco de Chaume ; l'autre, au contraire, plus enfoncée dans la montagne, sur le chemin de Barcheta, aux environs du Corral appartenant à M. Camilo Benavent et appelé la Bastida.

A. — Environs de Cuatretonda.

La Sierra Grosa ou Serragrosa présente aux environs de Cuatretonda une allure assez régulière : s'élevant au-dessus de la plaine de l'Albaïda par des couches inclinées au plus de 15°, et plongeant vers le Sud, elle présente peu de dislocations : des ravines profondes et aux parois souvent infranchissables la découpent et permettent d'examiner la constitution de ses assises.

Fig. 23. — *Coupe prise à l'Est de Cuatretonda.*



a b c, Crétacé supérieur. — *d*, Sénonien. — *e f*, Maëstrichtien.

Sur les grès et calcaires gréseux à *Clypeolampas cf. ovum* Grat. *Faujasia* et *Hemiaster* que j'ai rattachés au Sénonien reposent les couches suivantes que je range dans le Maëstrichtien :

1. — 40 mètres (fig. 23, *c*) environ de calcaires gréseux recouvrant des grès sénoniens et renfermant fort peu de fossiles, *Janira quadricostata* d'Orb., *Pecten*, et des Gastéropodes indéterminables.

2. — 4 mètres de calcaires blancs friables (fig. 23), sableux, renfermant en masse à la base :

O. vesicularis Lk. *Exogyra Matheroniana* Orb.
Exogyra Medinæ Nicklès.

Des calcaires jaunâtres blancs, plus durs et plus compactes, ne

renfermant que peu de fossiles, terminent cette série. Ces couches à *O. vesicularis* et à *Exogyra Matheroniana* se continuent en plongeant au Sud, vers Benovaire où j'ai recueilli :

Exogyra Matheroniana Orb.
Ostrea vesicularis Lk. (variété de petite taille semblable à la forme de Meudon).
Ostrea vesicularis Lk. (variété de grande taille avec sillon, identique aux formes de Scanie).
Heteroceras cf. polyplocum Roem.
Pachydiscus cf. Oldhami Sharpe.
Nautilus.

Bien que renfermant *Heteroceras cf. polyplocum* ce dernier ensemble appartient au Maëstrichtien. Si l'on suit en effet les couches à Exogyres, en remontant vers le Nord, on les voit au barranco de Chaume surmontant des couches maëstrichtiennes à *Clypeolampas Leskei* Gold. et à *Hemipneustes pyrenaicus* Héb. et *H. Leymeriei* Héb. et séparées d'elles par une cinquantaine de mètres de dépôts.

Fig. 24. — *Coupe longitudinale prise dans le fond du barranco de Chaume.*

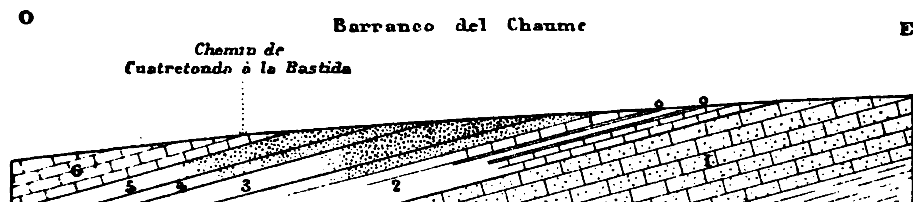


Fig. 25. — *Coupe du barranco de Chaume à l'Ouest de la coupe précédente.*



Ce fait est montré par la coupe suivante, que je n'hésite pas à donner en détail, vu l'importance qu'elle présente : c'est, en effet,

la succession maëstrichtienne la plus complète que j'aie rencontrée dans le Sud-Est de l'Espagne; elle présente de bas en haut :

1 — (1, fig. 24). — 4 mètres de calcaires jaunâtres, sableux, renfermant :

Clypeolampas Leskei Goldf.	*Ostrea vesicularis* Lk.

2 — 0^{m},50 c. d'un calcaire sableux jaune avec petites *Ostrea* peu fréquentes;

3 — 8 mètres de calcaire jaune dur (1, fig. 24) renfermant :

Hemipneustes Leymeriei Héb.	*Hemipneustes Pyrenaicus* Héb.

4 — Puis 1^{m},50 c. d'une argile jaune sableuse et 5 et 6 mètres de calcaires durs sans fossiles;

5 — (2, fig. 24) 6 mètres de calcaire gréseux blanc jaunâtre, avec *Inoceramus*, *Nautilus*;

6 — 3 mètres calcaire sableux compacte avec *Orbitoides* cf. *media*;

7 — 8 mètres de calcaire compacte (3, fig. 24);

8 — 3 mètres de calcaire sableux dur, jaune, avec *Pholadomya*, sp;

9 — 10 mètres de grès calcaire friable jaunâtre, où l'on rencontre (4, fig. 24) :

Exogyra Benaventi Nicklès.	*Rhynchonella.*
Ostrea cf. frons. Park.	

10 — 4 à 5 mètres de calcaires gréseux où l'on rencontre vers la partie supérieure (5, fig. 24) :

Nerinea.	*Exogyra Matheroniana* Orb.
O. vesicularis Lamark.	*Pecten.*
O. frons. Park.	*Cyclaster cf. Coloniæ* Cott.
Exogyra Medinæ Nicklès.	*Hemiaster.*

11 — 6 mètres de calcaire sableux blanc veiné de jaune friable; il renferme à la base en quantité notable (5, fig. 24) :

Exogyra Medinæ Nick.	*Ostrea vesicularis* Lk. (2 variétés).
Exogyra Matheroniana Orb.	

Ces couches fossilifères sont surmontées par un banc bréchoïde subordonné à un vrai conglomérat de fossiles où l'on trouve :

Nautilus.
Ostrea vesicularis Lk.
O. cf. frons Park.
Exogyra Matheroniana Orb.
Exogyra Medinæ Nicklès.
Spondylus.
Janira quadricostata Orb.
Cucullea.
Pecten et Cardium moules indéterminables.

Il est à remarquer que ces couches à *Ostrea vesicularis* Lk. et à *Exogyra Matheroniana* Orb. renferment plus loin, à Benovaire, une espèce très voisine de *Heteroceras polyplocum*, Rœm.;

12 — Au-dessus 20 mètres environ de calcaires compactes présentent encore quelques lits gréseux vers leur base, se délitant vers leur sommet. Autant les couches précédentes étaient fossilifères, autant celles-ci le sont peu ; on y retrouve pourtant encore de temps en temps quelques Exogyres et des fragments de Nautiles (6, fig. 24) ;

13 — 8 mètres de calcaires blancs franchement compactes, sans fossiles appréciables ; à la base, ces calcaires sont piquetés de jaune brun par de l'oxyde de fer (6, fig. 25) ;

14 — 20 à 30 mètres de calcaires compactes blancs ; on y voit apparaître quelques Polypiers ; on y trouve en outre, *Orbitoides cf. media* Orb.

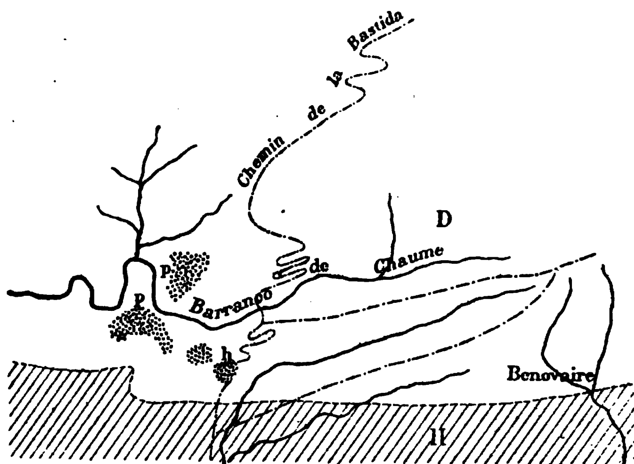
Dans ces couches (7 et 8) se développent d'importants bancs de Rudistes que l'on peut observer, non plus dans le fond du barranco de Chaume, car les bancs le dominent toujours, mais à droite et à gauche, sur les berges.

Ces Rudistes appartiennent à deux genres. A la base on trouve toujours un banc très abondant de *Pironea*, et, au-dessus, séparés par des bancs de calcaires compactes, trois niveaux d'Hippurites.

Il convient de donner quelques détails sur la répartition de ces Rudistes : les *Pironea* se rencontrent fréquemment à droite et à gauche du barranco de Chaume : on en voit de nombreuses sections à la surface de la roche. Nulle part ces Rudistes ne m'ont paru assez bien conservés pour que l'on puisse étudier leurs réseaux ; sur la rive droite, on arrive assez facilement à les dégager de la roche ; mais le calcaire saccharoïde qui les constitue n'a qu'imparfaitement conservé les détails de leur surface.

La figure 26 indique la disposition des gisements de ces Rudistes qui ont été enlevés en grande partie par les phénomènes d'érosion qui ont creusé le barranco de Chaume.

Fig. 26. — *Rudistes du barranco de Chaume.*



D, Maëstrichtien. — H, Helvétien. — *p*, *Hippurites* et *Pironea*. — *h*, *Hippurites*.

15° — 60 à 70 mètres de calcaires saccharoïdes avec calcaires gréseux et poudingues fins renfermant des grains de quartz très usés, presque sphériques et qui devaient par conséquent venir d'une région lointaine ;

16° — Au-dessus, on trouve des bancs avec :

Orbitoides cf. media Orb. — *Calcarina.*
Lithothamnium.

17° — Puis 25 mètres de calcaires saccharoïdes et bancs compactes avec *Orbitoides* cf. *media* Orb. Ces calcaires constituent un des sommets les plus élevés dominant le barranco de Chaume. On y retrouve disséminés çà et là quelques Exogyres *E. Medinæ* Nickl. et des débris d'Inocérames ; par suite ces couches appartiennent encore au Crétacé. Cette observation s'applique également aux couches les plus élevées de la série que l'on rencontre en gravissant les pentes de la Mula, haut sommet dominant la Bastida, et où l'on

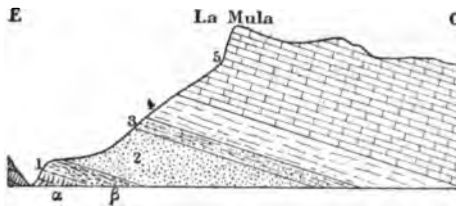
trouve encore *Exogyra Medinæ* Nickl., mentionnée précédemment, au-dessus des calcaires compactes à *Orbitoides* cf. *media*.

ENVIRONS DE LA BASTIDA.

Si l'on se dirige vers Barcheta, on voit, à huit kilomètres environ à l'est de Cuatretonda, une hauteur appelée la Mula, où le Sénonien et le Maëstrichtien se présentent aux environs du Corral de la Bastida sensiblement avec le même aspect que dans les couches précédentes.

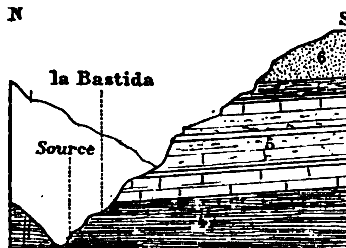
Les figures 27 et 28 montrent la disposition des couches :

Fig. 27. — *Profil de la Mula aux environs de la Bastida.*



1, Crétacé indéterminé. — 2, Sénonien. — 3, 4, 5, Maëstrichtien.

Fig. 28. — *Coupe du barranco de la Bastida.*



4, 5, 6, Maëstrichtien.

Sur des masses puissantes de calcaires blancs azoïques, terminées à leur partie supérieure par des lits de petits galets, on voit une assise sableuse de 70 mètres environ, vers la partie supérieure de laquelle on rencontre des Gastéropodes indéterminables et des Echinides *Hemiaster*, *Faujasia* sp. identiques à ceux des couches sénoniennes de Benovaire. L'absence de *Clypeolampas Leskei*

Goldf. et des *Hemipneustes* rend difficile la délimitation exacte du Sénonien et du Maëstrichtien. Je crois cependant qu'on peut rapporter au Maëstrichtien les 30 mètres de grès durs à *Pecten* qui surmontent les sables à *Hemiaster* et *Faujasia*. Au-dessus de ces grès apparaissent les marnes à Exogyres correspondant par leur faune aux couches à Exogyres de Benovaire et du barranco del Chaume et pouvant se subdiviser en :

1. — 1 mètre de calcaires marneux avec :

Exogyra Benaventi Nicklès. — *O. frons* Park.
Exog. Matheroniana Orb. — *O. vesicularis* Lk. Variétés grande et petite.

Dans ces couches se rencontrent également des Exogyres d'une taille exceptionnellement grande ;

2. — 3 et 4 mètres de calcaire gréseux très dur renfermant *Exogyra Matheroniana* Orb. en grande abondance.

Au-dessus de ces couches s'élève une série présentant environ 150 mètres de puissance, et constituée par des calcaires gréseux et compactes et où je n'ai pu rencontrer que quelques lits d'Orbitoides et au sommet (5 et 6, fig. 28) quelques débris d'Exogyre. En raison de l'analogie de cette assise avec les couches supérieures du barranco de Chaume, je les fais rentrer encore dans le Crétacé. Elles représentent les couches qui, dans le barranco de Chaume, renferment les bancs à *Pironea*, dont je n'ai pu constater l'existence à la Bastida (1).

II. Région d'Alcòy.

1° Gisement de El Mas de Blas Giner (2).

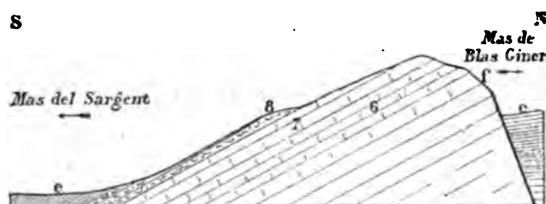
El Mas de Blas Giner est le nom d'une ferme isolée située à deux heures et demie de marche au Nord-Ouest d'Alcòy, dans le massif montagneux de la Sierra Mariola. C'est, des environs d'Alcòy, le point

(1) Je dois la connaissance de cette localité intéressante à M. Camilo Benavent, qui a eu l'amabilité de m'y conduire lui-même. Je suis heureux de lui en témoigner toute ma reconnaissance.

(2) C'est ce gisement que M. Vilanova avait indiqué en 1881 sous le nom de propriété de D. Luis Perez. Il y avait signalé l'existence du Crétacé supérieur à *Inoceramus Cripsi*. J'adresse ici mes remerciements à M. Vilaplana qui, outre cette localité, m'a indiqué un grand nombre de gisements des environs d'Alcòy.

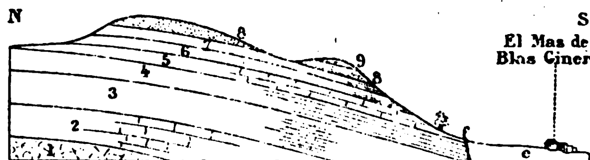
où, à ma connaissance, le Maëstrichtien est le mieux développé. Ses couches ont été soumises au ridement dont fait partie le grand anticlinal du Moncabrer ; elles sont orientées sensiblement E.-O.

Fig. 29. — *Coupe prise entre le Mas de Blas Giner et le Mas del Sargent.*



6, Sénonien. — 7-8, Maëstrichtien, — *e*, Eocène.

Fig. 30. — *Coupe prise au Nord du Mas de Blas Giner.*



1-8, Crétacé supérieur indéterminé. — 4-5, Sénonien. — 6-8, Maëstrichtien. — 9, Garumnien (?). — *e*, Eocène.

Au-dessus des couches à *Pachydiscus cf. Gollevillensis* Orb. et *Phylloceras Velledæforme* Schlüt., que je rattache au Sénonien, viennent les calcaires dont l'âge maëstrichtien est bien caractérisé. Cet ensemble est ainsi composé :

1 — Des bancs de calcaires blancs, crayeux par endroits, souvent pyriteux où l'on trouve (1) (20 mètres environ) (fig. 30) :

Hamites recticostatus Seunes.
Ammonites (Pachydiscus) Jacquoti, Seunes.
Pach. auritocostatus Schlüter.
pseudo-gardeni Schl.
Inoceramus regularis Orb.
Rhynchonella cf. Eudesi Coq.
Echinocorys semiglobus Lam. var. de grande taille.
Echinocorys tenuituberculatus Leym.
Cardiaster.

(1) Cet horizon à *Echinoc. tenuituberculatus* Leym., se retrouve beaucoup plus à l'Ouest, aux environs de Mancha Real (province de Jaën). Dans les calcaires blancs,

Ces couches calcaires, blanches, renferment surtout, vers leur partie supérieure, de nombreux *Echinocorys*, on y trouve quelques nodules de pyrite.

2 — Au-dessus et en abondance, dans un calcaire blanc, friable (de 30 à 40 centimètres), on trouve :

Hemiaster cf. nasutulus Sor. *Isopneustes Heberti* Nicklès.

3 — Puis viennent des calcaires (4 ou 5 mètres) jaunes, durs, marneux par place où l'on rencontre :

Ostrea ungulata Coq.
Janira striatocostata Orb.
Orbitoides cf. media Orb.
Trigonia.
Lituola.

4 — Enfin des bancs plus compactes avec :

Hemipneustes Africanus Desh.

La présence de *Echinocorys tenuituberculatus* Leym., me fait placer la limite inférieure du Maëstrichtien au moins à la base de ces couches ; d'ailleurs la présence signalée par M. Seunes de *Pachydiscus Jacquoti* dans le calcaire à Baculites du Cotentin confirme encore cette manière de voir.

Les couches maëstrichtiennes et sénoniennes sont d'ailleurs parallèles : le Maëstrichtien repose donc en *stratification concordante* sur le Sénonien près du Mas de Blas Giner.

2° Sierra de la Almudaina.

Le Maëstrichtien se retrouve à 30 kilomètres environ à l'Est du Mas de Blas Giner. Dans la Sierra de la Almudaina, après le port de Milleneta, on rencontre en effet, près la distillerie de Vicente Marti,

crayeux, que l'on voit à droite en montant vers le col dans le chemin qui conduit de Mancha-Real à Pegalajar, et sur le chemin de Mancha-Real à la Guardia, on rencontre :

Echinocorys tenuituberculatus Leym.
Hemiaster cf. nasutulus Sorignet.
Echinoc. cf. semiglobus Lk.
Pachydiscus sp. ind.

Ces couches sont surmontées par des calcaires compactes et sans fossiles. Il est intéressant de retrouver ce niveau avec les mêmes espèces, à une aussi grande distance (350 kilom. environ) de la province d'Alicante.

des couches à *Inoceramus regularis* Orb. recouvertes par des calcaires blancs à *Echin. tenuituberculatus* Leym.

A une heure et demie environ à l'Est, au lieu dit Pla-de-Pauet, au sommet de la Sierra de la Almudaina, on retrouve ces deux étages ainsi constitués, de bas en haut :

Sénonien ? 1. — calcaires blancs, durs à *In. regularis*, Orb.

Maëstrichtien 2. — couches plus marneuses renfermant :

Pachydiscus cf. Dülmenensis Schlüter.
Hamites recticostatus Seunes.
Echinocorys tenuituberculatus Leym.
Echinocorys cf. semiglobus Lk.
Echinoconus cf. gigas Desor.

3 — Des calcaires compactes sans fossiles.

III. Région de la Marina.

Almaceres ou Albateres.

Si la faune Maëstrichtienne n'est pas très riche dans la Sierra de la Almudaina, il n'en est pas de même aux environs de Callosa de Ensarria ; la localité de Almaceres , située à deux heures environ au N.-O. de Callosa de Ensarria, renferme en effet le plus beau gisement paléontologique maëstrichtien que j'aie observé en Espagne , au point de vue de la conservation des fossiles.

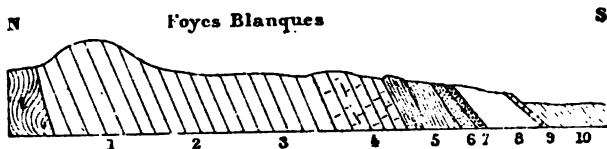
Là, malheureusement, les couches fortement disloquées ont été entamées par la culture en terrasses, très répandue dans cette région : de sorte que, si l'on a l'avantage de trouver les fossiles bien dégagés dans les terres labourées, il est impossible d'observer les couches auxquelles ils appartiennent : ces couches étant mélangées par la charrue sur les surfaces horizontales et masquées par les revêtements dans les parties verticales. Ce gisement a donc un intérêt purement paléontologique, mais ne peut fournir aucun renseignement précis pour la stratigraphie de cette région. Voici la liste sommaire des fossiles que j'y ai recueillis :

Hemipneustes Delettrei Coq.
— *Africanus* Desh.
Isopneustes Heberti Nicklès.
Micraster Aturicus Héb.
Echinocorys tenuituberculatus Leym.
Echinocorys semiglobus Lk. variété de grande taille.
Cyphosoma pseudo-magnificum Cott.
Hemiaster.
Hemiaster nasutulus Sorig.
Echinoconus.
Cucullea.
Janira striatocostata Orb.
Ostrea ungulata Coq.
Orbitoides cf. media Orb.

D. — Environs d'Alfàz.

Dans la région plus méridionale qui longe le bord de la mer, à partir d'Altea et dans la direction d'Alicante, le Maëstrichtien semble se présenter différemment. Le gisement où l'on peut le mieux étudier cet étage est la colline des Foyes Blanques (1) aux environs d'Alfàz.

Fig. 31. — *Coupe prise entre Alfàz et Altea.*



1-2, Calcaires sans fossiles. — 3, Calc. *Inoceramus Cripsii.* — 4, Couches à *Stegaster.* 5, Couches à *Austinocrinus.* — 6-8, Garumnien. — 9-10, Eocène.

Cette colline doit son nom à ce que les couches redressées, formées d'un calcaire crayeux, en bancs assez durs, absolument stérile, tranchent en blanc sur la masse plus sombre du Trias et les escarpements lointains de l'Eocène. Ces calcaires ont 150 mètres environ d'épaisseur, leur base s'appuie, par faille, probablement, contre le Trias. Leur partie supérieure, seule, m'a semblé fossilifère ; j'y ai recueilli :

Stegaster Bouillei Cott.
Stegaster Chalmasi Seunes.
Stegaster altus Seunes.
Inoceramus cf. regularis Orb.
Terebratula.

On sait combien est difficile la détermination des Inocérames : les échantillons des Foyes Blanques laissent beaucoup à désirer sous le rapport de la conservation ; on ne peut donc tirer aucune conclusion de la présence de *Inoc. cf. regularis* Orb., qui est cependant le seul fossile commun à ce gisement et aux précédents. D'autre part, dans aucune des localités mentionnées précédemment, je n'ai trouvé de *Stegaster;* il semble que l'assimilation soit difficile avec les horizons du Mas de Blas Giner. Or, M. Seunes a signalé à

(1) Foyes Blanques en dialecte Valencien signifie *feuilles blanches*. C'est ce gisement que M. Vilanova a signalé sous le nom de Ollas blancas (traduction espagnole de Foyes Blanques) en 1886.

Gan et autres localités des Pyrénées occidentales (1) *Stegaster Bouillei* Cott., et *Steg. Chalmasi* Seunes avec *Pachydiscus Jacquoti* Seunes et *Inoceramus regularis*. Orb. Je crois donc pouvoir considérer les couches à *Stegaster* des Foyes Blanques comme l'équivalent des calcaires à *Pachydiscus Jacquoti* Seunes du Mas de Blas Giner et les classer par suite dans le Maëstrichtien.

SIERRA D'ORCHETA.

Les couches à *Stegaster* doivent probablement exister au sommet de la Sierra, M. Vicente Garcia, d'Orcheta, m'ayant fait don d'un *Stegaster cf. Chalmasi* Seunes, comme provenant de ce point. La Sierra de Orcheta se présentant depuis la vallée sous la forme d'un anticlinal dont l'axe est orienté N.-S., on s'explique comment le Garumnien se trouvant au pied du flanc ouest, on peut rencontrer le Maëstrichtien au sommet.

C'est dans ces diverses localités que le Maëstrichtien m'a paru offrir les coupes les plus intéressantes ; on le rencontre aussi beaucoup plus à l'Est. Dans les environs de Pego (2), entre Pego et Evo, j'ai en effet constaté l'existence de couches crayeuses à *Inoceramus regularis* Orb. et *Inoc. Cripsii* Mant. recouvrant des calcaires blancs de même nature avec *Micraster cf. Aturicus* Héb. Ces couches semblent se prolonger vers Denia, sur le versant nord de la Sierra de Segarria où il devient presque impossible de rencontrer des traces de fossiles. Le Crétacé supérieur de Pego me semble d'ailleurs fort difficile à décrire d'une façon précise, en raison de la pénurie de documents paléontologiques des points que j'ai explorés.

C'est encore à cet étage que je crois devoir rattacher les calcaires qui forment. à l'Ouest, le versant S. de la Sierra de Salinas aux environs de El Pinoso, bien que l'extrême rareté des fossiles en ce point m'interdise toute affirmation précise.

MAËSTRICHTIEN. — RÉSUMÉ STRATIGRAPHIQUE.

Dans les régions que j'ai étudiées, l'étage maëstrichtien est réparti

(1) *Bull. Soc. Géol.* 3ᵉ série t. XVII, 17 janvier 1889.

(2) M. Vilanova m'avait indiqué cette localité, et m'avait prévenu que j'y rencontrerais le Crétacé supérieur.

sur une surface considérable : il y a affecté des états très divers, dus évidemment aux conditions qui ont accompagné les dépôts qu'on peut lui rattacher.

Caractères lithologiques. — Les grès, les sables, même les poudingues n'y sont pas rares, surtout dans la province de Valence, où leur puissance considérable et leur fréquence leur donnent les caractères de dépôts d'estuaire et semblent témoigner ainsi de la proximité d'un littoral. Au Sud, les calcaires prédominent ; dans la province de Valence, les calcaires à *Orbitoides* et les bancs de Rudistes en sont un exemple ; les calcaires crayeux et compactes de Blas Giner, du Pla de Pauet, de Milleneta, des environs de Callosa, la Craie à *Stegaster* d'Alfàz, constituent la majeure partie du Maëstrichtien et semblent indiquer que ces dépôts se sont effectués dans des conditions plus régulières que les premiers. Ceci s'applique aussi aux environs de Mancha Real (province de Jaën) où la majeure partie du Maëstrichtien est constituée par des calcaires. Partout les niveaux marneux sont rares ; on ne peut signaler dans la province de Valence qu'un gisement marneux tout à fait local avec *Exog. Malheroniana*, Orb. *O. vesicularis* Lk. (Bastida), etc. : — Dans la province d'Alicante, ils semblent un peu plus fréquents : telles sont les marnes à *Pachydiscus Dulmenensis* du Pla de Pauet (Sierra de la Almudaina).

Aux environs de Callosa (Almaceres) on est en présence de dépôts marneux difficiles à distinguer de ceux de l'Éocène. On y trouve, en effet, juxtaposées aux calcaires à *Hemipneustes Africanus* Desh., des couches renfermant un Echinide constituant un genre nouveau : des Echinides identiques ayant été rencontrés par M. Seunes au niveau des *Stegaster* dans les Pyrénées, il est probable que les marnes susdites sont antérieures aux calcaires à *Hemipneustes Africanus* Desh., et équivalent, comme les couches à *Stegaster* à l'horizon à *Pachydiscus Jacquoti*, Seunes.

Les environs d'Alfàz renferment les calcaires crayeux à *Stegaster* qu'il faut, d'après les études de M. Seunes considérer comme l'équivalent des couches à *Pach. Jacquoti*, inférieures au Mas de Blas Giner, à *Hemipneustes Africanus* Desh.

Subdivisions. — Ainsi que je l'ai fait connaître (1) les dépôts ont

(1) *B. S. G. Fr.* 3[e] série T. XVII, p. 838.

subi à l'époque du Maëstrichtien une différenciation très marquée dans le Sud-Est de l'Espagne.

Les variations considérables qui affectent le Maëstrichtien peuvent se résumer ainsi :

1 — A Cuatretonda, on voit le Maëstrichtien constitué par des couches gréseuses avec *Clypeolampas Leskei* Goldf., puis *Hemipneustes pyrenaicus* Héb. et *H. Leymeriei*, Héb.; des masses de même nature renfermant des bancs pétris d'*Ostrea vesicularis* et *Exogyra Matheroniana* Orb. les surmontent. Elles sont subordonnées à des calcaires et bancs de Rudistes (*Hippurites* et *Pironea*) recouverts eux-mêmes par des grès avec Exogyres et Inocérames. Ces couches qui se rapprochent des dépôts similaires du S.-O. de la France (Royan) ont un faciès franchement littoral ; la fréquence des poudingues en est une preuve.

4. *Grès et calcaires.*
3. *Bancs de Pironea.*
2. *Exogyra Matheroniana* Orb. *O. vesicularis* Lk. *Exogyra Medinæ* Nicklès.
1. *Hemipneustes pyrenaicus* Héb. *Hemip. Leymeriei* Héb. *Clypeolampas Leskei* Goldf.

2 — A Alcòy (Blas Giner), les premières couches maëstrichtiennes sont au contraire caractérisées, ainsi que le Sénonien supérieur, par des dépôts calcaires, où les Céphalopodes prédominent, avec quelques Echinides. Le Sénonien renfermait *Micraster Aturicus* Heb. puis *Phylloceras Velledæforme* Schlüt. et *Pachyd. aff. Gollevillensis*, Orb. Le Maëstrichtien débute par des couches à *Pachydiscus Jacquoti* Seunes et *Echinocorys tenuituberculatus* Leym ; puis les Céphalopodes diminuent pour faire place aux Echinides et aux Lamellibranches : les calcaires avec *Isopneustes Heberti* Nick. puis les calcaires jaunes à *O. ungulata.* Coq., *Janira striato-costata*, Orb., enfin à *Hemipneustes Africanus* Desh. en font foi. Si les couches inférieures présentent bien des affinités avec des horizons analogues des Pyrénées occidentales (Tercis, Gan) et même du Cotentin, la partie supérieure a des caractères communs avec une faune plus méridionale.

4. *Hemipneustes africanus* Desh. *O. ungulata* Coq. *Janira striatocostata* Orb.
3. *Isopneustes Heberti* Nickl.
2. *Pachydiscus Jacquoti* Seunes. *Echinocorys tenuituberculatus* Leym.
1. *Micraster Aturicus* Héb. *Phylloceras Velledæforme* Schlut. *Inoceramus Cripsii* Mant.

3 — A Alfàz, les faunes qui appartiennent au Maëstrichtien sont composées surtout d'Echinodermes, et bien que se retrouvant en partie dans les Pyrénées, présentent un caractère plus oriental que les faunes des régions précédentes : les couches crayeuses d'abord avec *Stegaster Bouillei* Cott., et marneuses ensuite avec *Austinocrinus aff. Erckerti* Dames, y sont subordonnées à des calcaires sableux avec *Coraster Vilanovæ*, Cott.

3. *Garumnien* { *Coraster Vilanovæ*.Cott. / *Austinocrinus Erckerti* Dames.

2. *Stegaster Bouillei* Cott. *Steg. Chalmasi* Seunes.

1. *Inoceramus Cripsii* Mant.

Il resterait à établir les relations statigraphiques des différents niveaux décrits. Il convient de faire ressortir la grande analogie que présente le Maëstrichtien de la province d'Alicante avec les étages équivalents des Pyrénées et du S.-O. de la France. Si l'on se reporte, en effet, aux remarquables travaux de M. Hébert sur les Pyrénées (1), on voit qu'à Tercis les couches à *Micraster Aturicus* Héb. et à *Pachydiscus Neubergicus* Schl. sont représentées par des calcaires ; ces calcaires, d'après M. Seunes, sont subordonnés au niveau à *Pachydiscus Jacquoti* Seunes. Ces niveaux s'observent au Mas de Blas-Giner, bien que *Pachydiscus Neubergicus* Schl. n'y ait pu encore être rencontré. De plus, à Gan, on trouve, associés à *Pachydiscus Jacquoti*, des *Stegaster*, *Steg. Bouillei* Cott., *Steg. Chalmasi* Seunes. Il est donc probable que les couches à *Stegaster* des Foyes Blanques doivent être considérées comme l'équivalent des calcaires à *Pachydiscus Jacquoti* du Mas de Blas-Giner.

Il est plus difficile, d'autre part, de chercher l'équivalence des couches du Maëstrichtien de Cuatretonda et de celles de la province d'Alicante. Peut-être des recherches ultérieures feront-elles connaître des points intermédiaires où cette question pourra être plus facilement élucidée. La différence des faunes des gisements que j'ai étudiés est trop grande pour que je puisse tenter ici une assimilation même douteuse.

(1) B. S. G. Fr. 3e série, t. XVI.

Il est remarquable, en effet, de voir la faune maëstrichtienne se présenter, d'une part (province de Valence), avec les caractères qui la distinguent à Royan (*Clypeolampas Leskei* Goldf., *Ostrea frons* Park. etc.) et semblent, par suite, la rattacher à une faune plus occidentale, tandis que, à 60 kilomètres au Sud (province d'Alicante), tout en ayant de nombreuses formes communes avec celles des Basses-Pyrénées, elle renferme des espèces franchement méditerranéennes que l'on retrouve en Algérie (*Hemipneustes Africanus* Desh., *H. Delettrei* Coq.); d'autre part, le passage du caractère littoral qu'affectent les dépôts daniens à Cuatretonda, au faciès plus pélagique qu'ils présentent vers le Sud, semble indiquer qu'à la même époque il existait un rivage au N.-O. des régions décrites.

Un autre fait qui présente également quelque intérêt est la présence de bancs de Rudistes aussi développés au sommet des couches de Cuatretonda. Indépendamment des bancs du barranco de Chaume, on trouve aussi dans la région d'Alcòy des Rudistes indéterminables engagés dans la roche près du Mas del Garrofero (sierra Mariola). Il faut également en rapprocher les calcaires durs qui surmontent les marnes à *Echinocorys tenuituberculatus* Leym. du Pla de Pauet, sierra de la Almudaina.

Faune du Maestrichtien.

Heteroceras polyplocum Rœmer.—Benovaire (Cuatretonda).

Pachydiscus cf. Oldhami Sharpe, Benovaire.

Pachydiscus Dulmenensis Schlüt., échantillon de grande taille, Pla de Pauet (sierra de la Almudaina).

Pachydiscus Jacquoti Seunes, Mas de Blas-Giner (sierra Mariola, près Alcòy).

Pachydiscus aurito-costatus Schlüt., Mas de Blas-Giner.

Amm. pseudo-gardeni Schlüter, Mas de Blas-Giner.

Hamites recticostatus Seunes, de petite taille, Mas de Blas-Giner, Pla de Pauet.

Janira quadricostata Orb., barranco de Chaume (Cuatretonda).

(1) B. S. G. Fr. 3e série, t. XVI, p. 821.

Janira striatocostata Orb., Blas-Giner, Almaceres.

Exogyra Matheroniana Orb., barranco de Chaume, la Bastida, chemin de la Bastida, Benovaire (Cuatretonda).

Exogyra Medinæ Nicklès, barranco de Chaume, chemin de la Bastida, Benovaire.

Exogyra Benaventi Nickl., caractérise les couches inférieures du barranco de Chaume, très abondante à la Bastida avec *O. vesicularis*.

Exogyra sp. ind., de très grande taille, la Bastida.

Ostrea vesicularis Lk., deux formes, l'une petite, semblable à la variété de Meudon, l'autre plus grande, identique aux formes de Scanie, présentant une expansion latérale en forme d'aile;— barranco de Chaume, chemin de la Bastida, la Bastida.

Ostrea frons Park., barranco de Chaume, Benovaire (Cuatretonda).

Ostrea ungulata Coq., El Mas de Blas-Giner, Almaceres.

Pironea, barranco de Chaume, chemin de la Bastida.

Hippurites, barranco de Chaume, chemin de la Bastida.

Inoceramus regularis Orb., commun, Mas de Blas-Giner, Mas de Mariola, Milleneta, sierra de la Almudaina, Pego (Pla de Mollò), Cuatretonda, la Bastida, Alfàz (Foyes Blanques).

Inoceramus Cripsii Mant., commun, mêmes localités que le précédent.

Clypeolampas Leskei Goldf., assez commun, barranco de Chaume.

Hemipneustes Leymeriei Héb., barranco de Chaume.
— **Pyrenaicus** Héb., barranco de Chaume
— **Africanus** Desh., El Mas de Blas-Giner (Alcòy), Almaceres (Callosa de Ensarria).
— **Delettrei** Coq., Almaceres.

Cyclaster colonisæ Cott., barranco de Chaume.

Micraster Aturicus Héb., Mas de Blas-Giner, Almaceres, Pego.

Echinocorys semiglobus Lam., var. de grande taille, Blas-Giner, Pla de Pauet.

Echinocorys tenuituberculatus Leym, très commun, Blas-Giner, Pla de Pauet (Almudaina), Almaceres, Mancha Real (Andalousie).

Cardiaster, Mas de Blas-Giner.

Hemiaster nasutulus Sorignet; — Blas-Giner, Almaceres, Mancha Real.

Isopneustes Heberti Nicklès ; Blas-Giner, Almaceres.

Cyphosoma pseudo-magnificum Cott., Almaceres.

Stegaster Bouillei Cott., Alfàz.

Stegaster Chalmasi Seunes; sierra de Orcheta (?), Alfàz.

Stegaster altus Seunes; Alfàz.

Calcarina, barranco de Chaume (Cuatretonda).

Lituola, Mas de Blas-Giner (Alcòy).

Orbitoides media Orb., Almaceres, Blas-Giner, Cuatretonda.

Lithothamnium.

GARUMNIEN.

(DANIEN).

Depuis longtemps on connaît l'existence de l'étage garumnien en Espagne ; de Verneuil, dans sa note sur les calcaires à *Lychnus* de la Catalogne, avait attribué cet horizon au terrain tertiaire, mais avait reconnu ensuite sa véritable place. Depuis, MM. Vidal, Carez, Mallada, Toucas, de Cortazar, ont publié des travaux de grande importance sur la composition de cet étage dans le Nord de l'Espagne.

De Verneuil avait, en 1869, indiqué l'existence à Mancha Real (province de Jaën) de couches très analogues à la Scaglia du Vicentin, et renfermant *Cardiaster* (*Scagliaster*) *italicus* et *Stenonia tuberculata*.

Depuis, M. Mallada a donné de très intéressants détails sur le Crétacé de la province de Jaën.

M. Seunes a fait connaître qu'il avait trouvé dans les Pyrénées des *Coraster* identiques à ceux que de Verneuil avait recueillis à Mancha Real ; M. Munier-Chalmas a récemment encore insisté sur l'âge danien de ces couches, et, se fondant sur les observations qu'il a faites en Istrie, a montré que ces faunes semblables devaient leur origine à des courants alpins orientaux.

C'est aux environs d'Alfàz que l'on peut le mieux étudier le Garumnien ; il paraît y être composé de trois termes :

3. *Marnes bariolées.*
2. *Couches à Coraster Vilanovæ* Cott.
1. *Couches à Austinocrinus Erckerti*, Dames.

En effet, au gisement des Foyes Blanques, on voit, au-dessus des couches à *Stegaster*, 10 mètres de marnes blanches feuilletées (fig. 31), avec filets jaunâtres et nodules de pyrite. Elles renferment vers leur partie supérieure un Crinoïde *Austinocrinus* voisin de

A. Erckerti Dames, P. de Loriol, au sujet duquel M. de Loriol a eu l'obligeance de me communiquer d'intéressants renseignements (**57**).

Ces marnes blanches sont recouvertes par un calcaire jaunâtre par places, littéralement pétri de petits Échinides (v. fig. 31, p. 104) :

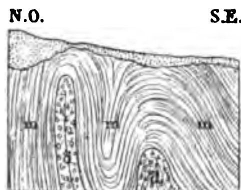
Coraster Vilanovæ Cott.
Coraster cf. Munieri Seunes.
Coraster cf. Marsooi Seunes.
Brissopneustes Vilanovæ Cott.
Ornithaster Evaristei Cott.
Echinocorys pyrenaicus Seunes.
Echinoconus.
Orbitoides.

Ce calcaire de peu d'épaisseur ($0^m,50$) est subordonné à des bancs (7) sans Échinides ; 15 à 20 mètres de couches (8) qui, par suite des cultures, se dérobent à l'observation, séparent ces bancs de quelques mètres de calcaire blanc-jaunâtre renfermant des lits de Nummulites (9).

Ces calcaires sont recouverts de marnes grises (10).

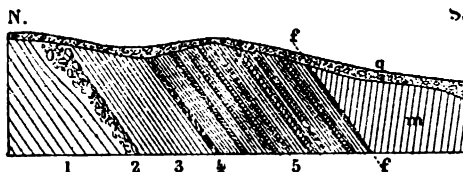
Les couches à *Coraster Vilanovæ* Cott., etc., se retrouvent à l'Ouest d'Alfàz, dans le barranco, au pied du Calvari (fig. 32), et dans le barranco de Soler (fig. 31) en aval de l'aqueduc ; elles sont très disloquées. On les voit surmontées par des argiles bariolées vertes et rose clair. Ces argiles ne sauraient être confondues avec les marnes irisées dont elles n'ont ni l'aspect ni la couleur.

Fig. 32. — *Coupe prise dans le barranco de Soler.*



d, Couches à *Coraster* ; — *m*, Marnes garumniennes.

Fig. 33. — *Berge Est du barranco au pied du Calvari (Alfàz).*



1, Maëstrichtien (?) — 2, Couches à *Coraster* ; — 3, 4, 5, Garumnien ; — *m*, Eocène (?)

Si l'on se dirige beaucoup plus à l'Ouest, vers Orcheta, on retrouve, sur le flanc occidental de la sierra de Orcheta, dans le barranco qui sépare le village de la sierra, les couches à *Coraster Vilanovæ* Cott., *Brissopneustes Vilanovæ* Cott., etc.

Il est intéressant de voir que ces couches renferment plusieurs espèces communes avec celles connues en Asie, dans le Turkestan (*Coraster Vilanovæ* Cott. et *Austinocrinus*), ainsi que l'ont indiqué MM. Cotteau et de Loriol.

Ce dernier fait confirme une fois de plus l'opinion émise par M. Munier-Chalmas (1) que les courants alpins orientaux se sont fait sentir en Espagne pendant l'époque danienne, et qu'ils se sont prolongés jusque dans la région des Pyrénées françaises ; il semble ainsi indiquer l'existence à l'époque du Garumnien, d'une mer ouverte vers l'Orient et le Midi de l'Espagne.

Bien que l'absence de fossiles ne permette pas de classer, d'une façon précise, les marnes bariolées qui recouvrent les couches à *Coraster Vilanovæ* Cott., on peut cependant les comparer à la masse de composition et d'aspect bien analogues que l'on rencontre à la même place dans les Pyrénées. C'est, en effet, à la partie supérieure du Garumnien que l'on y trouve les marnes rutilantes bien développées.

Nulle part, dans la province d'Alicante ni dans la province de Valence, je n'ai pu constater l'existence de couches de lignites comme celles qu'ont signalées et décrites M. Vidal, M. Carez et M. de Cortazar en Catalogne et de calcaires à *Lychnus* ou de marnes à Cyrènes ; mais dans la région d'Alfaz, et déjà peut-être dans celle de Callosa, ces faciès marneux qui accompagnent le Garumnien, semblent indiquer une tendance à l'émersion caractérisée par la formation de lagunes dans cette région, et plus nettement accusée au Nord par la formation de dépôts d'estuaire (Cuatretonda).

Ainsi que je l'indiquerai plus loin, ces lagunes ont duré pendant une grande partie de l'Éocène, si l'on en juge par les puissants

(1) Je rappellerai que de Verneuil a signalé, aux environs de Mancha Real, des couches garumniennes à *Stenonia tuberculata* et *Cardiaster (Scagliaster) italicus* ([illegible]). M. Seunes a, depuis, constaté l'existence dans les matériaux provenant de ce gisement (École des Mines) de *Coraster* identiques à ceux qu'il a recueillis dans les Pyrénées.

dépôts de marnes où les fossiles n'apparaissent que rarement et où l'on rencontre facilement des lits imprégnés de gypse.

FAUNE DU GARUMNIEN.

Coraster Vilanovæ Cott., Alfàz, Orcheta.
— **Munieri** Seunes, Alfàz.
— **Marsooi** Seunes, Alfàz.
Brissopneustes Vilanovæ Cott., Alfàz.
Ornithaster Evaristei Cott., Alfàz (Foyes Blanques).
Echinocorys Pyrenaicus Seunes, Alfàz (Foyes Blanques).
Austinocrinus Erckerti Dames, P. de Loriol, Alfàz (Foyes Blanques).

SUCCESSION GÉNÉRALE DES ASSISES CRÉTACÉES.

Ainsi qu'on vient de le voir, le Crétacé présente, dans le S.-E. de l'Espagne, des aspects très complexes; je ne saurais donc mieux faire, pour le résumer nettement, que d'indiquer brièvement les successions générales de chacune des régions étudiées, savoir :

I. — *La région de Foncalent.*
II. — *La sierra Mariola.*
III. — *La Marina* (le littoral à l'Est d'Alicante).
IV. — *Cuatretonda.*

I. Crétacé de la Sierra de Foncalent.

Succession Générale.

Substratum Jurassique..	I.	Brèches.
	II.	Calcaire marmoréen siliceux.
	III.	Calcaire marneux à *A. cf eudichotomus* Zitt. (Tithonique).
Crétacé.		
Néocomien..	IV.	Marnes sableuses à *A. cf cryptoceras* Orb.
	V.	Couches à *Aptychus angulicostatus* P. et C., *Belemnites dilatatus* Blainv.
	VI.	*Barrêmien* : Calc. marneux à *Desm. difficile* Orb., *Heteroceras*.
Aptien.	VII.	Calcaires, marnes et grès. *Orbitolina discoidea* A. Gras. *O. conoidea* A. Gras.
	VIII.	Marnes à *Desmoceras Athos* Coq.
Albien.	IX.	Marnes à *Avellana incrassata*, *Cerithium mosense* Buv., *Hamites rotundus*.
	X.	Couches à *Hemiaster phrynus* Desor.
	XI.	Calc. marneux à *Inoceramus*, Calc. marno-gréseux à *Epiaster n. sp. A*.

II. Crétacé de la Sierra de Mariola.

Succession Générale.

Substratum Tithonique. .	I.	Calcaires marneux.
Crétacé.		
Néocomien. .	II.	Calcaires et grès à *Natica Leviathan* P. et C. et à *Pygurus Montmolini* Ag.
	III.	Calcaires sableux et marnes à *Hopl. Roubaudi*, *H. neocomiensis* Orb., *Haploceras Grasi* Orb.
	IV.	Marnes à *Criperas Duvalii* Lév.
	V.	*Barrêmien : a.* Marnes et calcaires marneux à *Desm. difficile* Orb. *Pulchellia pulchella* Orb.
		b. Calcaires à grands Criocères.
Aptien.......	VI.	Calcaires avec lits marneux à *Orbitolina conoidea* Gr. et *O. discoidea* Gr.
	VII.	Marnes à *Acanth. Cornueli* Orb., *Acanth. Martini* Orb., *A. Stobieschii*, *A. Dufrenoyi*, *Desm. Athos* Coq., etc.
Albien.......	IX.	Couches à Rudistes, Polypiers, etc., avec *Toucasia Santanderensis* Douv., *T. Seunesi* Douv.
Cénomanien Turonien.... *Sénonien* (?).	X.	Couches à Rudistes et Polypiers.
		Dolomies.
		Calcaires cariés.
Sénonien....	X.	Calcaires sableux.
		Calcaires à *Micraster Aturicus* Héb. et Inocérames.
		Calcaires à *Pachydiscus cf. Gollevillensis* Orb.
Maëstrichtien......	XI.	*a.* Calcaires blancs crayeux à *Pachydiscus Jacquoti* Seunes.
		b. Banc à *Isopneustes Heberti* Nickl.
	XII.	Calcaires jaunes sableux à *Hemipneustes Africanus* Desm., *Ostrea ungulata* Coq.

III. Crétacé de la Marina.

Succession Générale.

Aptien.......	I. Couches calcaro-marneuses d'Albir avec *O. discoidea* Gr. et *O. conoidea* Gr.
Albien.......	II. Couches à *Hemiaster phrynus* du Reco de Cortes (Orcheta), et couches à Céphalopodes de Devesa, El Saltet, etc. (Ronda).
Cénomanien	III. Calcaires marneux à *Morton. inflatum* Sow. et *Discoidęa cylindrica* Ag. d'Orcheta et Alfàz. IV. Marnes et calcaires ?
Turonien et Sénonien..	V. Calcaires blancs et calcaires crayeux d'Orcheta et d'Alfàz. VI. Calcaires bariolés d'Orcheta ?
Maëstrichtien...........	VII. Calcaires crayeux à *Stegaster Bouillei* Cott. et *Steg. Chalmasi* Seunes, d'Orcheta et Alfàz.
Garumnien .	VIII. Marnes blanches à *Austinocrinus cf Erckerti* Dames. IX. Couches à *Coraster Vilanovæ* Cott. (Alfàz, Orcheta). X. Marnes bariolées d'Alfàz.
Éocène.......	Calcaires à Nummulites d'Alfàz.

IV. Crétacé de Cuatretonda (prov. de Valence).

Succession Générale.

Sénonien....	Poudingues. Couches à *Pecten*, etc. Calcaires gréseux à *Hemiaster*, *Faujasia*, *Clypeolampas cf. ovum*, *Clypeolampas* n. sp. A.

Maëstrichtien..........	Grès calcaires à *Clypeolampas Leskei* Gold. et couches à *Hemipneustes Leymeriei* Héb. et *H. pyrenaicus* Héb. Calcaires gréseux à *Exogyres*. Calcaires à Orbitoïdes (bancs de Rudistes). Calcaires et Poudingues.

Si l'on cherche à résumer les indications que donnent ces tableaux, on voit que le *Néocomien* débute par un faciès franchement gréseux, au Nord surtout, alors qu'au Sud il est plutôt marneux. La faune qui semble prendre momentanément un faciès atlantique (*Natica Leviathan*, etc.) redevient bientôt méditerranéenne et renferme, depuis les couches à *Hopl. neocomiensis* Orb. jusqu'au Barrêmien inclusivement, une faune extraordinairement riche en Céphalopodes.

L'*Aptien* caractérisé dans la Mariola par une alternance de faciès à Rudistes puis à Céphalopodes et Lamellibranches, est représenté à Foncalent et dans la Marina par des calcaires gréseux azoïques alternant avec des marnes à Orbitolines.

L'*Albien* se fait remarquer par la complexité de ses faciès : les couches inférieures à Gastéropodes du Rincon de los Santos (Foncalent) sont surmontées par des marnes micacées à *Hemiaster phrynus* Desor, puis par un horizon à *Epiaster* que l'on retrouve dans les Pyrénées françaises et qui, par suite, paraît avoir une certaine extension. Les marnes à *Hemiaster phrynus* se retrouvent dans la Marina à Orcheta, mais les *Epiaster* semblent avoir disparu. Plus à l'Est les couches présentent (Alfàz) une riche faune de Céphalopodes ayant beaucoup d'espèces communes avec celle de Sainte-Croix. Il y a dans cette localité certainement plusieurs niveaux que la dislocation extrême des couches ne permet pas de raccorder. Un troisième faciès est présenté par les couches à Rudistes de la Sierra Mariola, où l'on trouve *Toucasia Santanderensis* Douv. et *Touc. Seunesi* Douv., formes si répandues en Espagne.

Le *Cénomanien* caractérisé partout à sa partie inférieure par *Discoidea cylindrica* Ag. renferme en quelques points (Orcheta) *Mortoniceras inflatum* Sow. et les espèces qui l'accompagnent ordinairement.

A partir de ce moment jusqu'à l'époque où s'est formé le *Sénonien* supérieur, les dépôts ne paraissent point renfermer de fossiles soit parce que les couches ont été modifiées postérieurement dans leur composition chimique (dolomies de la Mariola) soit parce que les eaux qui les ont déposées n'offraient point de conditions d'existence très propices au développement des espèces qui servent à classer ces étages.

Lors du Sénonien supérieur il se développe au Sud une faune de Céphalopodes alors que vers le Nord on a des dépôts indiquant l'existence de courants violents, et le voisinage probable d'un littoral (poudingues).

Cette différence persiste pendant le *Maëstrichtien* où l'on voit ces dépôts sableux avec plusieurs niveaux de poudingues (Cuatretonda) au Nord de la région étudiée ici pendant que les faciès vaseux à Céphalopodes et *Stegaster* dominent à peu de distance au Sud (Alcòy et Alfàz). Les couches à *Hemipneustes Africanus* nettement postérieures (Mas de Blas Giner) aux calcaires à *Pach. Jacquoti* présentent une riche faune d'Échinides (Almaceres). Ce sont également les Échinides qui dominent dans les dépôts les plus récents (couches à *Coraster*) dépôts qui semblent avoir eu une si grande extension. Enfin après les couches à *Coraster* les formations lagunaires commencent (marnes bariolées d'Alfàz).

Ce régime sera très développé dans l'Eocène.

TERTIAIRE.

Les terrains tertiaires du Sud-Est de l'Espagne ne seront point ici l'objet d'une étude détaillée ; cependant je crois être utile aux géologues qui voudront les étudier, en rappelant les observations que j'ai pu faire.

Le Tertiaire n'est pas comme le Crétacé constitué exclusivement par des dépôts marins : la dernière partie de cette période est caractérisée par des dépôts lacustres, ayant une extension moindre que les précédents.

Le terrain Eogène, qui m'a semblé composé uniquement par des dépôts marins, présente de nombreux affleurements ; l'Eocène, cantonné surtout dans la province d'Alicante y forme de hauts massifs montagneux. Il débute partout où je l'ai observé par des dépôts lagunaires ; plus tard apparaissent des marnes puissantes gréseuses et calcaires qui forment les crêtes dentelées des Sierras des environs de Callosa de Ensarria. C'est à cette époque que se sont formés les éléments de certains amas détritiques (poudingues de Milleneta).

Les dépôts du terrain Néogène, marins dans le principe, deviennent lacustres à partir du Miocène supérieur. Le Miocène repose partout en transgression, généralement avec discordance angulaire sur le *substratum*. Il débute à certains endroits (Pedrera) par une période de destruction caractérisée par des poudingues que surmontent les calcaires à Clypéastres ; en dernier lieu des formations lagunaires remplissent la plupart des vallées.

On peut considérer ce fait comme le commencement de l'émersion qui a lieu lors du Miocène supérieur ainsi qu'en témoignent les dépôts lacustres d'Alcòy. A partir de cette époque le sol semble émergé définitivement.

TERRAIN EOGÈNE.

GROUPE EOCÈNE.

L'Eocène présente de nombreux affleurements dans le Sud-Est de l'Espagne ; l'Eocène moyen, notamment, y est bien caractérisé surtout dans la province d'Alicante où les remarquables travaux de M. Cotteau viennent de le faire connaître partiellement, au point de vue paléontologique, d'après les Echinides recueillis par M. Vilanova.

De Verneuil et Collomb en 1852 en indiquaient la présence et la composition sommaire entre Alicante et le cap St-Antoine ; lès Nummulites rapportées par les deux explorateurs ont même été l'objet d'une classification par d'Archiac (voir p. 15).

Le Nummulitique, d'après ces auteurs semble ne point pénétrer dans la province de Valence : le seul point douteux émis à ce sujet est relatif à des fragments de calcaires à Alvéolines rencontrés aux aux environs de Buñol.

M. de Botella y de Hornos, qui a exploré personnellement cette région, considère le territoire compris entre la région étudiée dans ce travail et la Catalogne comme ne renfermant pas de dépôts éocènes. M. de Cortazar partage son opinion ; c'est lui d'ailleurs qui a fait connaître les couches éocènes les plus septentrionales que l'on ait signalées dans le Sud-Est de l'Espagne, les couches sableuses de Luchente et de Bellus (Sud de la prov. de Valence) qui renferment *Nummulites lucasana* Defr.

Extension géographique. — Les affleurements éocènes apparaissent fréquemment dans la zone subbétique, de la province d'Alicante jusqu'en Andalousie.

C'est à cet étage qu'il faut rattacher la base d'une partie des collines des environs d'Alicante, la région bordant la mer au Sud de

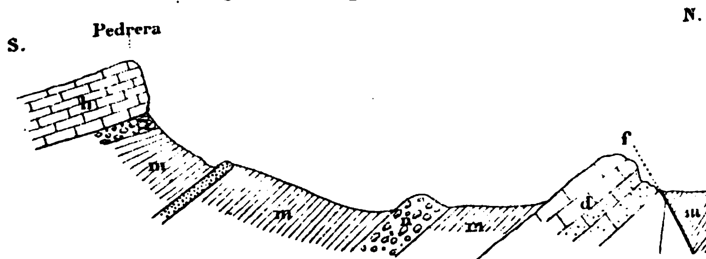
Busot, aux environs de Villajoyosa et de Benidorm, de Jijona, la Sierra Carrasqueta ; aux environs d'Alcòy, le Carrascal, une partie de la Sierra Mariola ; la Sierra Aitana, la Sierra de Bernia, etc...

D'autres gisements existent encore vers le Sud de la province et vers l'Ouest, disposés suivant la direction générale de la zone subbétique, O. S. O. — E. N. E.

I. Sierra Mariola.

Aucune preuve paléontologique ne m'a montré l'existence de l'Eocène inférieur dans la province d'Alicante : on trouve, il est vrai, dans le massif de la Sierra Mariola des calcaires marneux très poreux, puis des marnes, le tout reposant en concordance sur les calcaires noduleux du Maëstrichtien près du Mas de Blas Giner. La partie inférieure de ces couches doit probablement se rapporter au Garumnien. Les marnes verdâtres, peu résistantes, ne renferment presque pas de fossiles. Dans un sondage destiné à des recherches d'eau, M. Vilaplana, d'Alcòy, y a recueilli une *Lucina* voisine de *L. Corbarica*, et une *Cucullea* sp. ind., et m'en a gracieusement fait don ; malheureusement l'état de conservation de ces intéressants fossiles ne permet pas une détermination précise. Ces marnes très régulières d'aspect ont une puissance considérable dans la Sierra Mariola, 2 ou 300 mètres. Cependant on rencontre par places des bancs noduleux analogues à ceux que l'on retrouve aux environs d'Alfàz, et quelques lits gréseux : voici d'ailleurs la coupe que l'on relève entre un point pris à l'Ouest du Mas del Garrofero et la Pedrera (fig. 34).

Fig. 34. — *Coupe de la Pedrera.*



d Maëstrichtien. — *m* Garumnien (?) et marnes éocènes. — *n* Bancs noduleux. — *s* Grès.

Sur les calcaires maëstrichtiens reposent des marnes gris verdâtre, d'une grande épaisseur, dont la base correspond peut-être au Garumnien. Dans ces marnes, dont j'attribue la plus grande partie à l'Eocène, sont intercalés des bancs noduleux (*n*) blanchâtres s'effritant à l'air : près du Mas de Blas Giner, j'ai trouvé dans une couche d'aspect identique *Euspatangus* sp. ind. Au-dessus on voit des bancs gréseux (*s*) puis des marnes qui sont recouvertes en discordance par l'Helvétien de la Pedrera.

II. La Marina.

Je n'ai point rencontré de couches nummulitiques dans la Sierra Mariola proprement dite ; mais, au Sud, sur le flanc méridional de la vallée du Serpis, on voit les calcaires à Nummulites dominer, au Carrascal, les marnes éocènes qui semblent là avoir une épaisseur moindre que précédemment.

A. *Environs d'Altea et d'Alfàz.*— Ce sont des marnes analogues à celles de la Mariola que l'on retrouve aux Foyes Blanques, près d'Alfàz reposant sur le Garumnien en discordance : mais la région a été tellement disloquée qu'on voit déjà en ce point une discordance entre le Garumnien à *Coraster Vilanovæ* Cott. et les marnes à *Austinocrinus Erckerti* Dames. Il est donc préférable de considérer cette discordance de l'Eocène et du Garumnien comme un effet de dislocation, jusqu'à ce que de nouvelles observations permettent de savoir s'il y a eu ou non émersion au commencement de l'Eocène inférieur.

A la base de ces marnes se trouvent quelques bancs de calcaires jaunes avec Nummulites indéterminables. Ce sont les premières couches éocènes que l'on puisse examiner dans ce gisement.

Cabeso de Salva. — C'est à la partie supérieure de ces marnes, très puissantes, que l'on peut observer l'horizon noduleux remarquable par la richesse et la conservation des fossiles (1), au point dit Cabeso de Salva : j'y ai recueilli en effet :

Echinolampas Silensis Lor.	*Schizaster Pyrenaicus* Mun. Ch.
Prenaster Alpinus Desor.	*Schiz. Samperi* Cott.
Linthia Heberti Cott.	*Trachyaster Heberti* Cott.

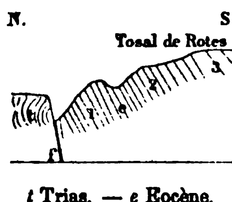
(1) Dans tous les gisements de la Marina, les Nummulites sont très abondantes. Ne voulant pas me contenter de déterminations approchées, je ne citerai pas ici de listes de ces Foraminifères.

Tosal de Vives.— Cette faune se retrouve en partie dans diverses localités voisines ; au Tosal de Vives situé à une faible distance au N.-E., on recueille :

Echinolampas Silensis Lor.
Prenaster Alpinus Desor.
Linthia Macphersoni Cott.
Schizaster Pyrenaicus M. Ch.
Schizaster Samperi Cott.
Trachyaster Heberti Cott.
Euspatangus.

Tosal de Rotes. — En se dirigeant vers Altea, on voit au Tosal de Rotes les marnes éocènes buter contre le Trias. La coupe ci-jointe donne la disposition des couches :

Fig. 35. — *Coupe prise au N. du Tosal de Rotes (Altea).*



t Trias. — *e* Eocène.

Contre des marnes irisées gypsifères (*t*) butent, par faille:

1. — Des marnes éocènes gris verdâtre (20^{m}). Elles sont recouvertes par :

2 — Des marnes avec nodules calcaires très durs ; ces couches renferment de nombreux Echinides :

Echinolampas silensis Lor.
Prenaster Alpinus Desor.
Linthia Vilanovae Cott.
Linthia Mac-Phersoni Cott.

A l'Ouest d'Alfàz ces couches se retrouvent aux Foyes Rieras où l'on recueille *Prenaster alpinus* Desor, etc.

Toutes ces couches situées sur des monticules peu éloignés les uns des autres semblent se rapporter à un seul horizon : je l'appellerai *horizon d'Alfàz.*

B. *Environs de Callosa de Ensarria.*— Aux environs immédiats de Callosa de Ensarria la faune, tout en ayant des espèces communes avec la faune précédente, présente cependant quelques différences.

Ferrachet. — Sur le chemin de Guadalest, dans la localité de

Ferrachet on voit une masse de calcaires à Alvéolines (100m environ) sur laquelle reposent des marnes calcaires par places, et très fossilifères. On y recueille :

Conoclypeus Vilanovæ Cott.
Echinanthus cf. stellifer Cott.
Echinolampas silensis Lor.
Echinolampas subcylindricus Desor.
Amblypygus dilatatus Ag.
Prenaster Alpinus Desor.
Linthia Heberti Cott.
Linthia Vilanovæ Cott.
Schizaster.
Ditremaster nux M. Ch.
Brissospatangus Vilanovæ Cott.
Micropsis Lusseri Lor.
Velates Schmiedeli Chemn.
Nummulites complanata Lk.

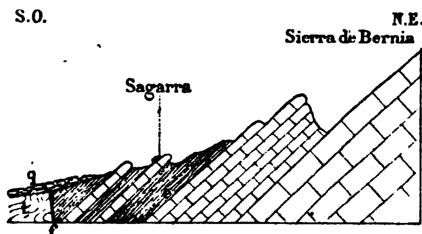
Farines. — Les marnes de Farines situées à mi-chemin entre Callosa et Ferrachet fournissent :

Conoclypeus Vilanovæ Cott.
Conocl. Lucentinus Cott.
Linthia Vilanovæ Cott.
Maretia Nicklesi Cott.
Schizaster rimosus Desor.
Ditremaster nux M. Ch.
Nummulites complanata Lk.

C'est donc la même faune.

L'espèce la plus commune est certainement *Conoclypeus Vilanovæ* ; on la retrouve dans la Sierra de Bernia, à Sagarra, plus rarement, mais toujours dans les mêmes couches à *Nummulites complanata* : les couches y sont calcaires et offrent la disposition suivante (fig. 36).

Fig. 36. — *Coupe de Sagarra.*



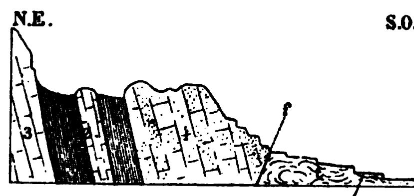
t Marnes bariolées gypsifères. — *e* Eocène. — *q* Quaternaire.

Le calcaire nummulitique bute au S. O. contre le Trias par une faille et est composé d'une succession de calcaires en bancs très durs alternant avec des parties calcaro-marneuses où l'on trouve en grande quantité *Nummulites complanata.*

Les calcaires que surmontent ces couches à *N. complanata* peuvent se voir surtout à l'extrémité Est de la Sierra de Bernia, au défilé pittoresque du Mascarat que traverse la route de Dénia à Alicante. Ces calcaires, tantôt compactes, tantôt sableux ne renferment que peu de fossiles : ce sont eux qui constituent la Sierra de Bernia.

Au Nord, près de l'Estrecho de Bolulla, dans le prolongement de la faille de Sagarra, le Trias bute contre le Nummulitique : on y voit d'abord des grès marneux, puis des marnes à Nummulites, enfin une masse puissante de calcaires inaccessibles dans lesquels est entaillé le défilé du Rio de Bolulla (Estrecho de Bolulla).

Fig. 37. — *Coupe à la sortie de l'Estrecho de Bolulla.*



t Trias. — 1-2-3 Eocène.

Le Nummulitique existe encore en beaucoup d'autres points des environs de Callosa, les Sierras de la Almedia, del Contador, les environs de Guadalest, de Confrides, la Sierra Aitana, présentent de nombreux affleurements de ce terrain qui les constitue presque complètement.

Environs d'Orcheta. Un gisement bien remarquable et présentant de grandes analogies avec celui de Ferrachet est situé à proximité du village d'Orcheta : c'est au point dit « la Corona » que l'on trouve les Échinides très intéressants recueillis par M. Vilanova et décrits par M. Cotteau. Là malheureusement comme à Ferrachet et à Farines (Callosa) les marnes se sont délayées sous l'action des pluies et ont mélangé les niveaux, de sorte qu'il paraît impossible d'y établir des subdivisions. Je me bornerai donc à citer les espèces que j'y ai recueillies :

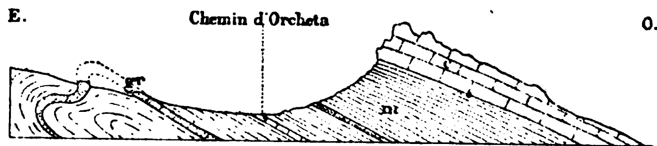
Conoclypeus Vilanovæ Cott.
Linthia Vilanovæ Cott.
Micropsis Lusseri de Lor.
Nummulites complanata de Lor.

Cette faune est analogue à celle des gisements de Callosa. C'est donc à cet horizon qu'elle doit se rapporter.

En creusant une tranchée dans la partie haute d'Orchota on a recueilli un Echinide très voisin de *Pygospatangus af. Salvæ* Cott. Cet exemplaire m'a été obligeamment communiqué par M. Garcia.

Il convient aussi de citer une faunule très intéressante que l'on rencontre sur le chemin de Villajoyosa, et où j'ai recueilli de fort beaux exemplaires de *Echinolampas Vidali* Cott. Voici d'ailleurs la coupe de cet intéressant gisement.

Fig. 38. — *Coupe prise sur le chemin de Villajoyosa à Orcheta.*



g Grès. — *m* Marnes à *Echinolampas Vidali.* — *c* Calcaires.

Les couches y forment un anticlinal renversé vers l'Est. Les marnes qui en occupent l'axe offrent quelques bancs gréseux vers le centre ; le gisement fossilifère est à la partie supérieure et a une épaisseur d'environ 15 mètres. On y recueille :

Echinolampas Vidali Cott.
Echinolampas n. sp.
Ostrea.
Rhynchonella et plusieurs espèces nouvelles d'échinides.

Environs de Benidorm. — Le gisement de Benidorm est facile à explorer : le long de la route d'Alicante, à la sortie de Benidorm, on voit au Nord un escarpement marneux recouvert par des sables rouges puis des cailloutis quaternaires : on y relève la coupe suivante de bas en haut, et en allant vers Alicante :

1. — 80 à 100 mètres de marnes sans fossiles ;

2. — Quelques mètres de marnes vertes avec *Nummulites A.*, *Serpula spirulea* Lk., *Prenaster Alpinus* Desor, *Arachniopleurus reticulatus* Dunc. et Sl.

3. — 3 mètres marnes sans fossiles.

4. — 15 à 16 mètres de marnes avec *Prenaster Alpinus* Desor, *Serpula spirulea, Nummulites B.*

5. — Marnes vertes sans fossiles (20m).

6. — 30 centim. de calcaires à *Nummulites* C.

7. — 30 mètres de marnes sans fossiles avec bancs plus durs gris-jaunâtres ;

8. — 20 mètres d'argiles vertes, sans fossiles, avec calcite et gypse ;

9. — 40 mètres d'argiles jaunes, puis bleues, sans fossiles.

Les couches ont une inclinaison de 25° et plongent à l'Ouest, le ridement est orienté N. S.

Cette coupe est très instructive : elle montre d'abord la présence avec *Prenaster alpinus* Desor, d'une espèce de l'Inde *Arachniopleurus reticulatus* D. et Sl.; ensuite les cristaux de gypse que l'on rencontre fréquemment, à la partie supérieure, prouvent que ces marnes, si rarement fossilifères, se sont bien déposées dans des lagunes, où l'évaporation a provoqué la formation de ces cristaux de gypse, rendant ainsi le développement de la vie impossible, jusqu'à ce que la mer en envahissant des rivages vînt ramener la salure des eaux à son degré normal ; de là le développement subit d'une série de faunules séparées par des bancs où l'on ne rencontre aucun fossile.

En cherchant à résumer les indications qui viennent d'être données, on peut conclure que les faciès lagunaires étaient très développés lors de l'Éocène moyen en Espagne. Les gisements dont je viens d'indiquer la composition semblent pouvoir constituer trois groupes qui seront peut-être reconnus un jour comme de simples faciès latéraux.

I. Groupe de Callosa : **Conoclypeus Vilanovæ**, Cott, **Amblypygus dilatatus**, *Echinolampas subcylindricus*, *Schizaster rimosus*, *Linthia Heberti*, *Linthia Vilanovæ*, **Micropsis Lusseri Ditremaster nux** (Farines, Ferrachet, Callosa ; *Corona*, Orcheta).

II. Groupe d'Alfàz : *Schizaster Pyrenaicus*, **Schizaster minimus**, **Trachyaster Heberti**, *Linthia Vilanovæ*, *Linthia Mac Phersoni*.

III. Groupe de Benidorm : **Arachniopleurus reticulatus.** Dunc. et Sladen.

Partout on trouve *Prenaster Alpinus* ; — *Echinolampas silensis* est très commun dans les deux premiers groupes, mais ne semble pas exister dans le troisième.

Poudingues de Milleneta.

Sous le nom de *Poudingues de Milleneta* je désigne la masse puissante de conglomérats que l'on aperçoit, à l'Ouest du col de Milleneta, reposant en discordance sur le Crétacé.

Je n'ai pu fixer exactement l'âge de ces conglomérats : cependant je crois pouvoir indiquer deux limites qui les comprennent.

En examinant les matériaux qui les composent, on voit de nombreux blocs roulés de calcaires à *Nummulites* et à *Alvéolines* qui, soumis à l'examen de M. Munier Chalmas ont été reconnus appartenir à la base de l'Éocène moyen. C'est donc une limite inférieure.

D'autre part, on ne trouve point, dans ces poudingues, de débris de calcaires helvétiens : il est probable que ces poudingues leur sont antérieurs ; ils sont donc compris entre l'Éocène moyen et l'Helvétien.

Il ne faut pas confondre ces poudingues avec ceux du Salt de Barchell et du San Cristobal de Concentaina qui leur paraissent antérieurs puisqu'on n'y trouve aucune roche de l'Éocène.

Faune de l'Éocène.

Conoclypeus Vilanovæ Cott., très abondant, Callosa de Ensarria (Farines, Ferrachet) ; Orcheta (la Corona).

Conoclypeus Lucentinus Cott., Callosa (Farines).

Echinanthus aff. stellifer Cott., Callosa (Ferrachet).

Echinolampas silensis de Lor., Callosa (Ferrachet) ; Alfàz, (Cabeso de Salva, Tosal de Vives, Tosal de Rotes).

— **subcylindricus** Desor, Callosa (Ferrachet).

— **Vidali** Cott., chemin de Villajoyosa à Orcheta.

Amblypygus dilatatus Ag., Callosa (Ferrachet).

Prenaster Alpinus Desor., Callosa (Ferrachet) ; entre Beni-

fato et Confrides ; Alfàz (Cabeso de Salva, Tosal de Vives, Tosal de Rotes, Foyes Rieras) ; Benidorm.

Harionia Damesi Bittner ; de Benifato à Confrides.

Maretia Nicklesi Cott., Callosa (Farines).

Linthia Heberti Cott., Callosa (Ferrachet) ; Alfàz (Cabeso de Salva).

— **Vilanovæ** Cott., Callosa (Ferrachet); Alfàz (Tosal de Rotes).

— **Macphersoni** Cott., Alfàz (Tosal de Vives, Tosal de Rotes); de Confrides à Peñaguila.

Schizaster Pyrenaicus Mun. Chalm., Alfàz (Cabeso de Salva, Tosal de Vives).

— **Samperi** Cott. Alfàz (Cabeso de Salva, Tosal de Vives).

— **rimosus** Desor, Farines.

Arachniopleurus reticulatus Dunc. et Sladen, Benidorm.

Ditremaster nux Mun. Chalm., Callosa (Ferrachet).

Brissospatangus Vilanovæ Cott., Callosa (Ferrachet).

Pygospatangus Salvæ Cott., Orcheta.

Trachyaster Heberti Cott., Alfàz (Cabeso de Salva, Tosal de Vives).

Cassidulus amygdala Desor, Benidorm.

Micropsis Lusseri de Lor., Callosa (Ferrachet) Orcheta (Corona).

Velates Schmiedeli Chemn., Callosa (Ferrachet), Alfàz.

Pecten, Callosa.

Ostrea, Orcheta, Villajoyosa.

Rhynchonella, Villajoyosa.

Serpula spirulea Lk., Callosa, Orcheta, Benidorm.

Nummulites complanata Lk., Callosa, Alfàz, Orcheta.

TERRAIN NEOGÈNE.

GROUPE MIOCÈNE.

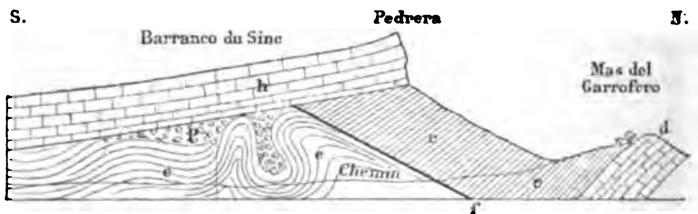
MIOCÈNE INFÉRIEUR (1).

HELVÉTIEN.

L'existence de l'Helvétien est déjà connue dans le S. E. de l'Espagne ; les travaux de Collomb et de Verneuil ont fourni d'intéressants détails sur les couches à Clypéastres d'Almansa, sur la discordance entre le Miocène et le Nummulitique (MM. de Botella et de Lorière).

De même que l'ont indiqué, Hermite pour les Baléares, et MM. Bertrand et Kilian pour l'Andalousie, l'Helvétien dans le Sud de l'Espagne repose en discordance sur les terrains sous-jacents. Tantôt on le voit en couches presque horizontales surmonter les strates violemment plissées de l'Éocène comme dans le barranco du Sinc, tantôt on le voit simplement en discordance sur le même

Fig. 39. — *Barranco du Sinc.*



e, Eocène. — *d*, Maëstrichtien. — *h*, Helvétien.

(1) Je comprendrai ici sous le nom de Miocène inférieur tout ce qui est postérieur à l'Oligocène et antérieur aux dépôts lacustres d'Alcòy, qui constituent le Miocène supérieur. L'Helvétien forme donc une partie du Miocène inferieur.

étage (Sierra Almujara, Sierra Atalaya). A plus forte raison, ces phénomènes s'observent-ils même dans des régions peu disloquées lorsque l'Helvétien repose sur des terrains plus anciens, sur le Maëstrichtien (Cuatretonda), sur les calcaires à Hippurites du Pozo de los Caballos (Onteniente) ou sur les calcaires aptiens (Mas Nuevo, Sierra Mariola).

Ces détails montrent l'indépendance complète de ce terrain avec les terrains sous-jacents, et indiquent lors de l'époque helvétienne, un retour de la mer après une période d'émersion.

Cet étage est très répandu d'ailleurs dans les provinces de Valence (partie méridionale) et d'Alicante ; souvent on l'y trouve à de grandes altitudes. Ce fait, déjà signalé par Cavanilles, puis par de Verneuil, se présente près d'Alcòy, à la Pedrera, au Mas Nuevo, localités situées à une altitude de 900 à 1,000 mètres. On le voit également à des altitudes moindres occupant le fond de plusieurs vallées, la vallée de l'Albaïda, du Serpis, de Benilloba, de Gorga, etc... C'est lui qui forme les Sierras Almujara (Alfàz), les collines des environs d'Alicante, la Sierra Atalaya, enfin les Cuevas de Crevillente ou d'Albatera. Ces dernières ont été l'objet d'une note de M. Vilanova.

L'Helvétien semble pouvoir se diviser en deux assises, l'une calcaire, à la base, l'autre marneuse.

De Verneuil a observé l'assise inférieure où les Clypéastres ne sont pas rares. Aux environs d'Almansa les calcaires ont, suivant son expression, l'apparence de faluns durcis. C'est cet aspect très caractéristique que présente l'Helvétien aux environs d'Onteniente (province de Valence) et aussi aux environs d'Alcòy, à la Pedrera.

I. Région de Cuatretonda.

On peut facilement reconnaître l'existence des deux assises aux environs de Cuatretonda (Benovaire) localité indiquée (**110**) par M Vilanova), où l'on voit la succession suivante :

Substratum : Calcaires maëstrichtiens (D) à *O. vesicularis* Lk, *Exogyra Medinæ* Nickl., *E. Matheroniana* Orb., dont la surface taraudée et perforée est à remarquer.

h_1 — Calcaire bréchoïde helvétien à *Clypeaster crassicostatus* Ag., *Cl. intermedius* Desmoulins, *Pecten*, *Ostrea*, mélangés avec des fossiles maëstrichtiens remaniés.

Fig. 40. — *Coupe de Benovaire (Cuatretonda).*



h_2 — Marnes bleues friables où l'on a trouvé des dents et des empreintes de poissons. Ces marnes occupent toute la vallée de l'Albaïda et sont surmontées près de Cuatretonda par des poudingues renfermant d'énormes blocs. Je rattache ces marnes au Miocène inférieur par suite de leur analogie avec celles des bassins voisins (Benilloba, Gorga) ou leur âge sera fixé par la présence d'Huîtres *O. Offreti* Kil. D'ailleurs j'ai eu occasion de voir à Onteniente des exemplaires de *O. crassissima* Lk. provenant des marnes de cette ville.

II. Environs d'Alcoy.

Aux environs d'Alcòy, entre le San Cristobal et les Casas de Mariola, on voit l'Helvétien reposant sur l'Éocène et donnant un exemple remarquable de discordance. Les calcaires de composition très homogène y sont exploités pour la construction à la Pedrera. Si on aborde cette carrière du côté du Mas del Garrofero, on relève la succession suivante (fig. 55, p. 163) :

Sur les marnes plissées de l'Éocène (*m*) reposent en discordance :

1° — Des conglomérats (*p*) à gros éléments (20^m) ;

2° — Ces conglomérats sont surmontés par un banc de 1 mètre composé presque exclusivement par des débris coquilliers, vrai falun durci ;

3° — Au-dessus des bancs de calcaire à grain plus fin (h_1 fig. 56, p. 164), exploité pour les carrières (40^m environ) ;

4° — Puis des bancs plus grossiers alternant avec des bancs plus fins ; dans les premiers on rencontre des fragments de Clypéastres. Dans des calcaires semblables on trouve à quelques kilomètres (Casas de Mariola) *Clypeaster intermedius* Desmoulins. Ces calcaires plongent au Sud ;

5° — Sous le Mas de Baradero de Merito se trouve une masse assez puissante, composée de marnes bleues (h_2 fig. 56) renfermant des dents de Squales et des fragments de grandes *Ostrea,* très voisines de celles que l'on trouve à Gorga (*O. Offreti* kil.).

Près de Concentaina, en montant vers le barranco Riera, on voit un petit affleurement helvétien avec *Cerithium*, *Mitylus*. Les couches redressées à la verticale témoignent de l'énergie des actions postérieures à leur formation.

Indépendamment des points où je viens de l'indiquer, on voit encore l'Helvétien dans toute la vallée d'Alcòy à Benilloba et Benifallim, dans la vallée de Benilloba, Gorga et Benimasot. Entre Gorga et Milleneta, on trouve quelques affleurements glauconieux : l'un d'eux m'a fourni *Ostrea Offreti* Kil. en abondance.

Si l'on remonte la vallée du Serpis, on voit à l'Ouest d'Alcòy, au-dessus du mas de Pardines, des marnes tertiaires dont je ne puis préciser l'âge faute de fossiles ; elles supportent en discordance des calcaires de quelques mètres d'épaisseur. Au contact de ces marnes et de ces calcaires on peut recueillir les organismes problématiques qu'a signalés M. Vilanova, et que M. de Saporta a décrits sous le nom de *Taonurus ultimus* Sap. et *Spongeliomorpha iberica* Sap., et d'autres de forme cylindrique auxquels M. Vilanova fait allusion dans une note parue dans le Bulletin de l'Association française (Congrès de Limoges). Ces derniers semblent n'être que des moulages de perforations.

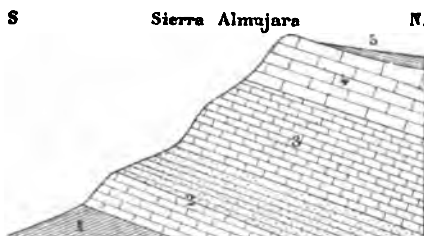
III. Région de la Marina.

Sierra Almujara.

Dans la région de la Marina, l'Helvétien semble occuper de moins grandes étendues ; cependant, près d'Alfàz on le trouve assez

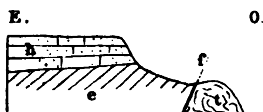
bien caractérisé dans la Sierra Almujara. On relève, en effet, sur le flanc sud de cette Sierra, la coupe suivante de bas en haut.

Fig. 41. — *Coupe de la Sierra Almujara.*



1. — Marnes blanches et calcaires éocènes 4 à 5 m. ;
2. — Calcaires épais d'environ 50 m. et à la partie supérieure desquels on rencontre *Pecten*, *Terebratula* cf *ampulla* Broch ;
3. — 50 m. de calcaires durs avec *Pecten* cf. *Besseri* Andr.; les bancs supérieurs présentent l'aspect de faluns durcis ;
4. — 20 m. de calcaires sans fossiles ;
5. — Les calcaires semblent recouverts par un horizon marneux ; cependant je ne pourrais être affirmatif à ce sujet, la culture m'ayant empêché de distinguer nettement la nature du sous-sol.

Fig. 42. — *Coupe prise au pied du flanc Sud de la Sierra Almujara.*



t Trias, marnes bariolées. — *e* Eocène. — *h* Helvétien.

Dans la sierra Almujara, comme dans les régions précédentes, les calcaires helvétiens reposent en discordance sur l'Éocène ainsi que le montre la figure ci-jointe.

Les calcaires helvétiens sont également représentés à l'Ouest dans les environs de la Teulada d'où MM. Reig et Moltò de Concentaina ont eu l'amabilité de m'apporter, en 1889, à Paris, une série de fossiles, *Scutella, Pecten*, etc.

Il faut également citer les gisements des environs d'Alicante. A

Alicante même, la forteresse de Santa Barbara, qui domine la ville, paraît être bâtie sur les calcaires helvétiens qui reposent en discordance sur les marnes éocènes ; je n'ai pu toutefois vérifier ce fait en raison de la présence en ces lieux d'une enceinte fortifiée. Mais, à quelques kilomètres de la ville, des calcaires ayant un aspect identique se retrouvent sur des marnes qu'ils recouvrent en discordance. Ces calcaires forment la petite arête connue sous le nom de Sierra Atalaya. Dans la partie la plus basse on peut faire récolte de Clypéastres de très grandes dimensions et fort bien conservés ; avec eux on recueille en abondance *Ostrea Offreti* Kilian, créée, on le sait, pour une espèce helvétienne d'Andalousie, *Pecten solarium* Lamk., *Clypeaster* sp.

Lorsqu'on se dirige vers Elche l'horizon marneux supérieur semble encore bien développé. C'est d'ailleurs cet horizon que l'on rencontre le plus fréquemment dans la province d'Alicante.

En résumé, l'Helvétien semble présenter deux grandes assises, l'une calcaire, avec Clypéastres, Pecten, etc., l'autre marneuse avec grandes *Ostrea*, dents de Squales, etc. Cette dernière occupe par rapport à la première une extension considérable et remplit le fond de la plupart des vallées.

Faune du Miocène inférieur.

Ostrea Welschi Kil. — Mas Nuevo (Sierra Mariola).
— **Offreti** Kil. — Gorga, entre Milleneta et Benillup, Baradero de Merito (?), Sierra Atalaya (près Alicante).
— **crassissima** Lk. — Onteniente.
Pecten Solarium Lk. — Sierra Atalaya (près Alicante).
— cf. **Besseri** Andr. — Sierra Almujara (Alfàz).
Mytilus sp. ind. — Concentaina.
Terebratula ampulla Broch. — Sierra Almujara.
Clypeaster crassicostatus Ag — Benovaire (Cuatretonda).
— **intermedius** Desmoulins. — Benovaire.
Clypeaster sp. — Sierra Atalaya (Alicante).
Scutella. — Teulada.
Taonurus ultimus Sap. — Pardines (Ouest d'Alcòy).
Spongeliomorpha Iberica Sap. — Pardines.

MIOCÈNE SUPÉRIEUR.

Le Miocène supérieur coïncide avec une phase importante de l'histoire géologique du Sud-Est de l'Espagne : celle de l'émersion définitive, qui ne se limite point d'ailleurs à cette région, mais s'étend aussi à l'Andalousie et à l'Aragon (Concud prov. de Teruel).

Je ne puis donner que peu d'indications sur le Miocène supérieur. Les dépôts qui le constituent et leur faune ont été l'objet de nombreux travaux de la part de Casiano de Prado, Gervais, de Verneuil et Collomb, M. de Botella et plus récemment de MM. Calderon, Bertrand et Kilian. Des renseignements ont déjà été fournis par ces auteurs au sujet des gisements de Concud (Teruel) et de la mine de lignites d'Alcòy.

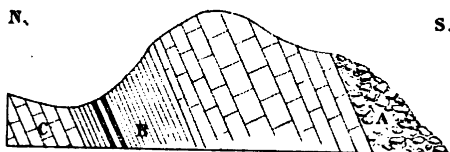
L'exploitation de ce dernier gisement est actuellement abandonnée ; aussi doit on renoncer à y relever une coupe et même à y recueillir aucun document paléontologique. Je ne puis que donner quelques indications sur un gisement analogue que l'on observe à quelques kilomètres à l'Est, au barranco Villanueva.

BARRANCO VILLANUEVA (fig. 43).

On y relève en effet la succession suivante, de bas en haut :

1° — Calcaire (C) blanc, résistant à l'air, poreux, présentant une grande épaisseur.

Fig. 43. — *Coupe prise au barranco Villanueva.*



2° — Calcaire marneux (B fig. 43), lacustre, friable, passant du blanc au gris fumée, avec des bandes brunes veinées de lignites (30 à 40 m.). On y trouve :

Planorbis Mantelli Dunk. *Limnea.*

3° — Poudingues à gros éléments (A).

Les dépôts lacustres sont donc constitués par des calcaires marneux bitumineux. Quant aux calcaires blancs qui les supportent, ils ont par place l'apparence de faluns durcis et ont très probablement une origine marine.

J'ai recueilli en abondance, à ce point, *Planorbis Mantelli* Dunk. *Limnea*. A la mine, abandonnée aujourd'hui, (mina de Carbò) qui appartient au même horizon, on a recueilli (d'après Gervais) : *Hyenarctos*, *Hipparion*, *Rhinoceros*, *Antilope boodon* deux autres espèces de la famille des antilopes ou des moutons ; enfin *Sus palæocherus*.

Certains dépôts de la partie inférieure de la plaine du Serpis paraissent également se rattacher au Miocène supérieur ; dans certaines parties on rencontre des bancs ligniteux et des débris végétaux, aiguilles et cônes de pins (barranco del Asufre, près Benimarfull). A proximité de ces bancs très pyriteux se trouvent des eaux sulfureuses (1) utilisées à la station de bains de Benimarfull.

Les dépôts de Miocène supérieur sont lacustres dans cette région. Ce fait semble d'ailleurs général pour l'Espagne méridionale. Dans la région qui nous occupe cette émersion est définitive ; nulle part, en effet, je n'ai rencontré dans le S.-E. de l'Espagne de dépôts marins postérieurs aux couches à *Planorbis Mantelli* Dunk.

Il faut aller en Andalousie pour trouver des dépôts pliocènes marins ; M. Bergeron a donné, au sujet de ceux que l'on rencontre aux Tejares, près de Malaga, une description très intéressante.

(1) Voici l'analyse de ces eaux telle que l'indique le catalogue des bains de Benimarfull :

1 litre d'eau renferme :	*Sulfure de Sodium*	0,1102
	Azote	0,0120
	Chlorure de Sodium	0,46
	Sulfate de chaux	0,18
	Sulfate de Soude	0,218
	Chlorure de magnésium	0,94
	Silice	0,18
	Acide sulfhydrique	161 cent. cubes.

IV. OROGÉNIE.

GÉNÉRALITÉS.

Dans le deuxième volume de l'« *Antlitz der Erde* », M. Suess faisant allusion à la région comprise entre le Cap de la Nao et la province de Cuenca, la considère à juste titre comme une région effondrée : c'est l'extrémité orientale de la Cordillère Bétique telle que l'avait définie, en 1869, M. de Botella, ou de la zone Subbétique (MM. Bertrand et Kilian) située au N. du prolongement du massif ancien de la province de Carthagène. De grands chaînons crétacés pour la plupart et alignés parallèlement les uns aux autres dans la direction de leur ridement caractérisent la région d'Alcòy : telles sont les Sierras de Mariola, de Benicadell, de la Almudaina, etc. Ce ridement, résultat probable de la compression entre deux massifs anciens, dont l'un situé au Nord est le prolongement vers l'Est de la Meseta, et a peut-être ses derniers vestiges dans les affleurements paléozoïques de Chelva (province de Valence), et dont l'autre est le prolongement sous-marin probable des Sierras de Carthagène, — subit lui-même un léger plongement vers l'Ouest, plongement constant que l'on retrouve régulièrement dans la Sierra Grosa, la Sierra Mariola et que l'on voit se manifester par des dislocations locales plus violentes, telles que plis renversés plongeant à l'Ouest dans les Sierras d'Orcheta, de Busot, d'Onteniente et dans les régions de Benidorm et de Foncalent. Ces derniers accidents (plongement général vers l'Ouest, plis renversés plongeant à l'Ouest) sont orientés N. S. : c'est suivant toute probabilité le prolongement méridional de la région ridée suivant cette même direction, que M. Mac Pherson a fait connaître dans la province de Cuenca, et aux abords de la région qui nous intéresse.

I. RÉGION DE FONCALENT

La Sierra de Foncalent (1) est située à deux heures de marche à l'Ouest d'Alicante ; elle s'étend du S. S. O. au N. N. E. sur une longueur de 8 à 10 kilomètres environ entre la route d'Alicante à Novelda, et le chemin de fer de Madrid.

Le versant Est est abrupt, vertical au Sud, presque inaccessible au N. Le versant ouest n'est accessible que dans la partie N. Partout ailleurs des parois verticales rendent l'accès du sommet presque impossible. Au pied du flanc est s'étend un marais desséché mesurant plusieurs kilomètres carrés de surface ; les eaux saumâtres ont laissé en se desséchant une croûte de sel atteignant par places plusieurs centimètres. Le fond de ce marais, formé de limon où l'on recueille *Helix candidissima* en grande abondance, repose, dans la partie la plus rapprochée de la Sierra, sur le Gault ; aux alentours la végétation est presque nulle, on y voit seulement quelques caroubiers, figuiers et amandiers : le pays très malsain est peu cultivé en comparaison des autres régions de la province d'Alicante.

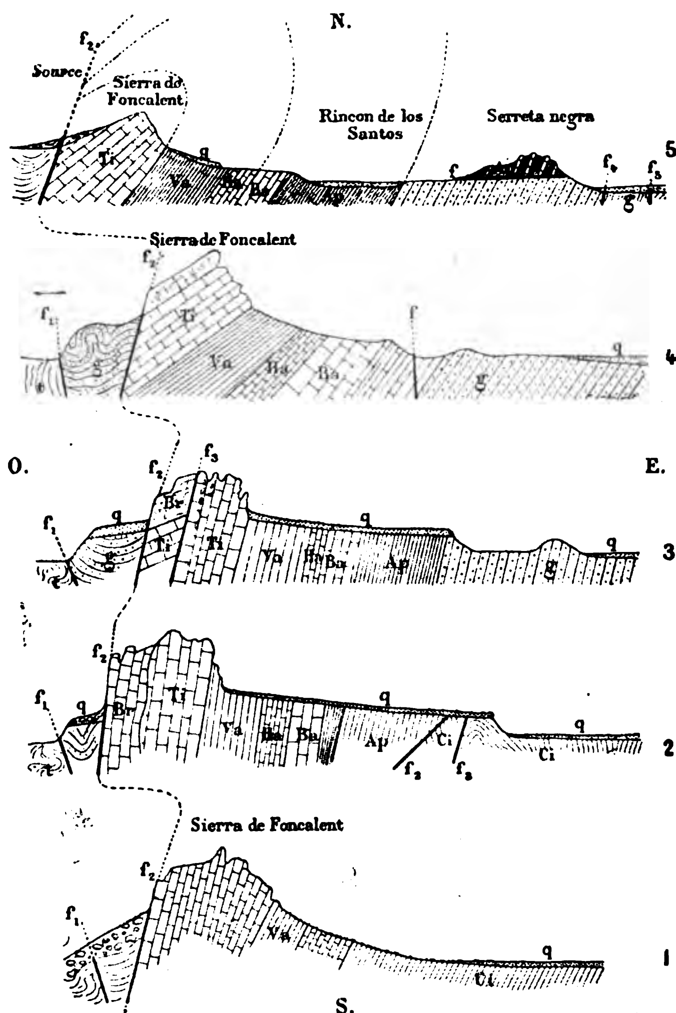
Cette région marécageuse est limitée par la petite Sierra Atalaya, plus rapprochée d'Alicante.

Structure géologique. — On peut ainsi définir brièvement la structure géologique de cette petite chaîne :

La Sierra de Foncalent est un pli-faille, à regard Ouest, orienté N. N. E. — S. S. O, normal au Sud, présentant au Nord un renversement vers l'Est.

(1) La description de la région de Foncalent comprend non seulement la description de la Sierra de Foncalent proprement dite, mais encore celle de la Serreta Negra, arête rocheuse peu élevée qui commence au N. E. de la Sierra de Foncalent et se prolonge jusque vers San Vicente, et que l'on doit considérer comme le prolongement latéral de la Sierra de Foncalent. Ces deux Sierras sont d'ailleurs intimement liées l'une à l'autre, sinon par leur orographie, du moins par leur origine.

Fig. 44. — *Structure géologique de la Sierra de Foncalent.*



t Trias. — *Br* Brèches.— *Ti* Tithonique. — *Va* Valenginien. — *Ha* Hauterivien.— *Ba* Barrêmien. — *Ap* Aptien. — *g* Gault. — *Ci* Crétacé indéterminé. — *q* Quaternaire.

Voici en effet la disposition que l'on observe sur une série de coupes transversales :

La Sierra est formée par un anticlinal normal au Sud, renversé vers l'Est au Nord, et limité longitudinalement par une faille f_2

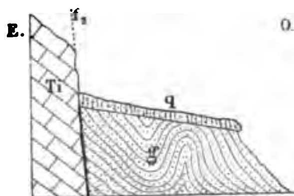
remplaçant la retombée de l'anticlinal vers l'Ouest et donnant naissance au Nord à la source de Foncalent ; presque parallèlement à f_2, court une autre faille f_1 : ces failles font buter l'une le Trias contre le Gault à *Epiaster*, et l'autre le Gault contre les calcaires jurassiques (?) antérieurs aux couches à *Perisph. eudichotomus* Zitt.

Examinons en détail ce versant occidental :

2° Versant occidental de la Sierra de Foncalent.

L'étude du versant occidental est rendue fort difficile par les éboulis ou les brèches quaternaires qui masquent la plus grande partie des terrains situés à l'Ouest de la faille limitant la Sierra. On peut néanmoins reconnaître en plusieurs points, la présence de couches appartenant au Gault si l'on en juge par leur nature marno-sableuse, micacée, comme celle des couches à *Avellana* et à *Cerithium Mosense* Buv., du Rincon de los Santos. Plus au Nord on retrouve les marnes sableuses à *Epiaster* et à *Inoceramus* que l'on voit sur le chemin d'Alicante : ces couches fortement redressées et plusieurs fois plissées viennent buter par faille contre les calcaires à silex qui forment la crête de la Sierra dans la partie Nord. Voici en effet la coupe que l'on peut observer à l'Est du Mas de los Labavelos :

Fig. 45. — *Versant ouest de la Sierra de Foncalent.*



La grande faille qui limite la Sierra a bien en ce point les caractères d'une faille normale. Une autre faille existe également plus à l'Ouest, le Trias venant buter contre le Crétacé. Cette faille peu éloignée de la grande faille (f_2) doit s'en rapprocher vers le Sud, et la rejoint probablement au-delà de la pointe méridionale de la Sierra. Si l'on continue à suivre la direction de la grande faille qui limite la Sierra à l'Ouest, on arrive, au N.E., à la fontaine qui

a reçu le nom de Foncalent à cause de la tiédeur de ses eaux qui venues au jour à la faveur de la faille doivent leur température aux grandes profondeurs dont elles proviennent. Cette source se trouve à la pointe N. de la Sierra.

Ainsi qu'on le verra plus loin, les couches sont verticales au Sud, se renversent vers le milieu de la Sierra et tendent même à se coucher au-dessus du Rincon de los Santos ; le décrochement horizontal de la Serreta Negra se trouve en face de la fontaine de Foncalent.

A son extrémité méridionale, la Sierra de Foncalent, coupée perpendiculairement à l'axe de ridement, présente un escarpement inaccessible d'environ 200m qui domine la route d'Alicante à Novelda; le profil de la pointe méridionale de la Sierra, montre que les couches les plus anciennes sont verticales, alors que les couches postérieures (calc. à Silex et couches à *Per. eudichotomus*), s'affaissant sans doute sous leur propre poids, ont donné lieu à un phénomène de flamboiement.

Les calcaires à *Per. eudichotomus* présentent un commencement de renversement qui s'accentue dans les couches à *Holc. Astieri.* Les couches conservent cette allure jusque vers le milieu de la Sierra, où une cassure (f_3) la traverse obliquement. Dans la partie septentrionale elles sont franchement renversées et au-dessus du Rincon de los Santos deviennent très inclinées. La montagne, au lieu de présenter comme une muraille deux escarpements verticaux à l'Ouest et à l'Est, est taillée verticalement à l'Est, et descend vers l'Ouest par une pente d'au moins 30°.

La ligne de crête est située sur le bord est de la Sierra ; elle est formée de calcaires siliceux probablement jurassiques sous lesquels apparaissent successivement les couches tithoniques à *Perisphinctes eudichotomus*, puis le Valenginien et le Hauterivien avec *Bel. dilatatus,* le Barrêmien, l'Aptien et le Gault.

Cette constitution s'explique par l'existence de la grande faille qui est venue se greffer sur le flanc d'un anticlinal renversé, tendant même, ainsi que je l'ai dit plus haut, à se coucher en certains points, notamment dans la partie de la Sierra située au-dessus du Rincon de los Santos où les couches à *Per. eudichotomus* deviennent presque horizontales. A partir de Rincon de los Santos la ligne de crête s'abaisse jusqu'à la source de Foncalent dont la température

suffit à démontrer la profondeur de la faille, que l'on devine en voyant à l'Ouest le Gault à *Epiaster* buter contre les calcaires antérieurs aux couches à *Per. eudichotomus*.

C'est en effet à la pointe nord de la Sierra que la source vient au jour ; et à partir de ce point cette petite chaîne ne se manifeste plus dans la plaine que par deux ou trois monticules de faible importance. Sur les flancs de la Sierra, reposant sur les tranches des assises du Crétacé inférieur, on voit d'importantes terrasses quaternaires avec *Helix alonensis* Fér. C'est dans la région méridionale du flanc est que ces terrains sont le plus développés. Quant à la faille transverse (f_2) qui change la physionomie de la Sierra, elle doit être postérieure à la grande faille de l'Ouest, car elle semble avoir rejeté à l'Occident la bordure de la Sierra ; mais la place exacte de la grande faille ne pouvant être constatée de visu en raison des éboulis, cette hypothèse ne doit être émise qu'avec réserve.

Il est utile, avant d'examiner les relations de la Sierra de Foncalent et de la Serreta Negra, de donner quelques détails sur la structure de ce versant oriental, et sur les dislocations locales éprouvées par les couches.

Versant oriental de la Sierra de Foncalent.

Pour examiner le versant oriental, il est préférable de partir de la pointe sud et de se diriger vers le Nord-Est : je ne reviendrai pas sur la coupe que j'ai donnée de l'extrémité sud de la Sierra : les couches néocomiennes avec *A. Astieri* subissent un commencement de renversement : elles sont orientées N. 67° E.; — elles prennent successivement, 400 mètres plus loin la direction N. 45° E. et 500 mètres plus loin la direction N. 71° E.

Plus au N.-E., une terrasse quaternaire, formée par la brèche à *Helix alonensis* s'étend jusqu'au-dessus du Rincon de los Santos. Elle est traversée par plusieurs ravines un peu au Sud de la ferme du Rincon de los Santos. Cette terrasse est interrompue complètement par des ravinements et on n'en retrouve plus qu'un faible vestige vers la pointe N. (voir Pl. I, *q*).

Je ne parlerai point des couches que l'on rencontre dans les ravinements de la grande terrasse, les circonstances ne m'ayant pas permis de les explorer ; je les indiquerai seulement sur la carte sous

la mention de Crétacé indéterminé, bien qu'elles appartiennent très probablement au Néocomien et au Gault, si j'en juge par les fossiles qu'on m'en a rapportés : au N.E., au premier retrait de la terrasse vers la Sierra, les couches sont encore très disloquées : les calcaires crayeux à *Epiaster* n. sp. A sont particulièrement éprouvés. Ils ont pour orientation N. 88° E. — et N. 75° E. et sont recoupés par de nombreuses failles, l'une d'elles orientée N. 23° E. En longeant le rebord de N. E. de cette terrasse, on voit nettement le Gault à *Solarium Cortazari* Nick., recouvrant des couches marneuses recoupées de bancs de calcaires gréseux analogues à ceux qui forment la Serreta Negra ; puis au-dessous le Barrêmien bien caractérisé qui occupe le haut de la ravine. En face du débouché de cette ravine, dans la plaine, on voit un monticule composé de couches à *Inoceramus* sp. ind. et à *Epiaster* n. sp. A. Ces couches sont le prolongement de celles rencontrées plus haut, et se continuent à plusieurs kilomètres de là par des calcaires friables gris jaunâtre identiques que l'on rencontre à 500^{m} en avant de la Serreta Negra, sur le chemin d'Alicante.

Environs du Rincon de los Santos. — La coupe générale donnant la succession des assises du Tithonique au Gault indique la disposition générale des couches : la Planche I montre l'aspect de la partie ravinée du Nord-Est de la Sierra au-dessus du Rincon de los Santos : elle est prise au bord de la grande terrasse quaternaire.

Il y a dans cette partie de la Sierra des accidents de détail fort intéressants à étudier : on voit fréquemment des failles, normales aux couches, prendre naissance à la suite d'un plissement monoclinal, et se terminer par un accident analogue. Ces failles sont généralement de direction normale à celle de la Sierra et provoquent des rejets parfois assez considérables : au-dessus de la ferme, on constate entre autres, une apparence de décrochement (fig. 46) horizontal débutant par un pli monoclinal et provoquant en peu de temps un rejet de 50^{m} environ qui aurait pour effet, si l'on n'y prenait garde, de faire prendre les couches à *Desm. difficile* (*b*) pour la continuation de celles à *Holc. Astieri* (*a*).

En continuant à suivre la direction de cette faille, on arrive près du Rincon de los Santos au gisement du Gault, si intéressant par ses Gastéropodes : on y voit un réseau de failles produisant des rejets

en sens contraires : cela tient simplement à l'inclinaison des couches, et à ce qu'un lambeau isolé par ces failles a subi un affaissement moindre que ceux qui le limitaient à droite et à gauche : la figure 47

Fig. 46.

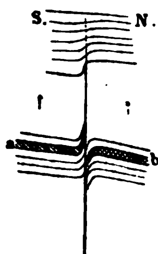
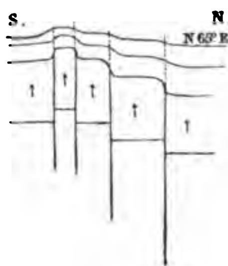


Fig. 47.



donne le dessin exact de ce curieux exemple qui a sur le terrain des dimensions très réduites, 40 ou 50 mètres d'extension, tout au plus. On y voit de plus, comme dans l'exemple précédent, le passage du plissement à la faille.

Serreta Negra.

Décrochement de la Serreta Negra. — A l'Est de la pointe nord de la Sierra de Foncalent s'élève la Serreta Negra, arête orientée S.-O. — N.-E., ayant environ 10 kilom. de longueur : elle est formée de couches aptiennes redressées à la verticale, que leur résistance plus grande à l'érosion a fait rester en saillie, alors que les autres couches, antérieures ou postérieures étaient détruites. C'est ce qui a donné lieu, entre la Sierra de Foncalent et la Serreta Negra, à la vallée appelée Rincon de los Santos.

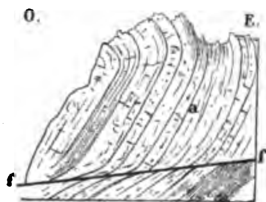
La partie méridionale de la Sierra glissant vers l'Est par le moyen d'une faille presque horizontale a été transportée par tronçons parallèlement à elle-même. En face de la source de Foncalent, ce décrochement atteint 400m environ de l'Ouest à l'Est. Cet accident, ayant eu lieu sur toute la largeur de la Serreta, a déterminé d'un côté la formation d'un défilé qui permet de traverser la Serreta presque de plain pied. Ce défilé est connu sous le nom de El Portell (le petit col). Ce rejet à l'Est, se trouvant précisément en face de la

partie renversée de la Sierra de Foncalent, doit être considéré comme la conséquence de ce renversement : la preuve en est donnée par les détails suivants :

Non seulement on aperçoit sur les flancs du défilé les traces des failles qui ont déterminé le double décrochement, mais aussi le plan presque horizontal de glissement sur lequel le lambeau représenté Pl. II, a glissé. Ce plan de glissement se voit à grande distance. Si on l'examine de près, on constate qu'un certain nombre des couches du soubassement sont recourbées vers le S. E. à leur partie supérieure, alors que les couches de la partie décrochée le sont vers le N.-O. à leur partie inférieure. Ce fait qui indique d'une manière concluante un mouvement du N.-O. au S.-E. et coïncide avec les observations précédentes, s'observe très nettement près du col.

Si l'on examine les flancs du défilé, on voit les traces des failles latérales qui ont limité le décrochement horizontal et qui sont comprises entre la Serreta et les parties brouillées détachées du lambeau décroché. Si l'on se dirige vers la pointe S.-O. de la Serreta, vers le Rincon de los Santos, on observe encore plusieurs décrochements horizontaux successifs tous simples, et dans le même sens, ainsi qu'on peut le voir sur la carte.

Fig. 48. — *Faille et plissement des couches aptiennes de la Serreta Negra.*



Un détail dans la partie décrochée, près du col de la Serreta Negra permet de voir la relation des couches de la partie décrochée avec celles de la Sierra de Foncalent proprement dite.

En effet, la partie supérieure des couches les plus occidentales du lambeau décroché sont fortement recourbées vers la Sierra de Foncalent. La succession des couches indique bien d'ailleurs que c'est de ce côté qu'elles devaient se continuer pour recouvrir le Tithonique. Le décrochement du Portell de la Serreta Negra a donc

sa cause probable dans le mouvement qu'a exécuté l'anticlinal de Foncalent pour se renverser vers l'Est.

La Serreta Negra ne présente pas d'autres exemples de dislocations. Si l'on se dirige, en effet, au N.-E. du défilé, on voit la Serreta Negra continuer vers San Vicente, en présentant d'une façon constante ses assises relevées à la verticale.

En longeant la crête du côté de l'Est, les couches calcaires assez rapprochées, font saillie, formant des sentiers naturels bordés à droite et à gauche par des murailles dentelées de plusieurs mètres de hauteur. Cette structure donne à toute la Serreta un aspect des plus caractéristiques.

II. RÉGION D'ALCÒY.

A. SIERRA MARIOLA.

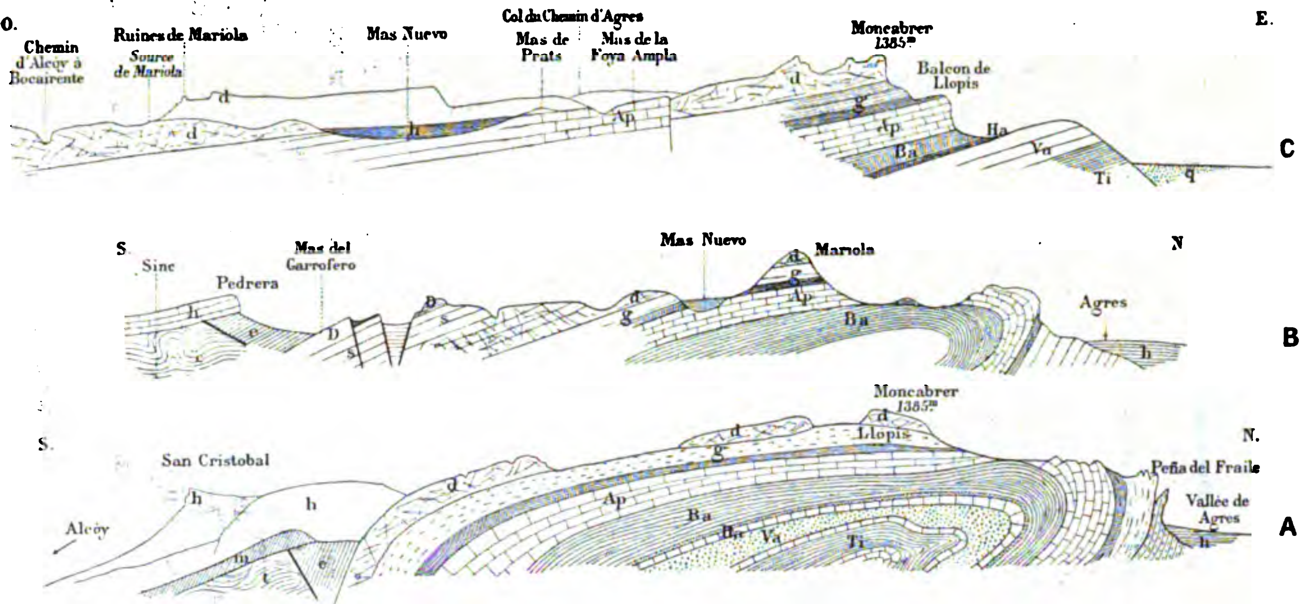
Si l'on cherche à embrasser d'un coup d'œil la structure géologique de la Sierra Mariola, il suffit de se rendre sur la route d'Alcòy à Valence, entre Concentaina et les Ventas de Muro : la Sierra Mariola brusquement coupée présente à l'Ouest un escarpement de plus de mille mètres, que domine et surplombe même en partie son point culminant, le Moncabrer (1385^m). Les lignes de stratification de cet escarpement, visibles de très loin révèlent l'existence d'un anticlinal renversé vers le Nord, ayant une amplitude de 5 à 6 kilomètres et formant à lui seul toute la Sierra. Cette structure si simple (1) se retrouve dans toute la partie de la Mariola que j'ai explorée, c'est-à-dire jusqu'au S. de Alfafàra, et jusqu'au mas de Blas-Giner. Elle doit se poursuivre bien au-delà, vers Bañeras, si on en juge par la continuité avec laquelle les couches maëstrichtiennes sont relevées sur le flanc Sud lorsqu'on se dirige vers l'Ouest. Cet anticlinal comprend des ridements secondaires d'importance tout à fait locale : tel est le cas de la vallée anticlinale de San Antonio, près de Concentaina. De nombreuses failles sillonnent également la Sierra; beaucoup d'entre elles sont orientées N. 60° E. Elles seront mentionnées plus loin avec détails.

L'axe de l'anticlinal de Mariola n'est point horizontal. Il s'élève lentement de l'Ouest vers l'Est jusqu'à son point culminant le Moncabrer, où une brusque coupure, montre d'une hauteur de mille mètres la vallée du Serpis occupant la place de l'anticlinal effondré, et dont le seul témoin que l'on puisse voir aujourd'hui est la Sierra de la Almudaina qui devait constituer son flanc méridional.

Le ridement énergique qui a donné naissance à la Mariola paraît post-éocène, ainsi que semblent le prouver les marnes éocènes fortement plissées que domine la masse discordante de l'Helvétien (Rio du Sinc). Après l'Helvétien de nouveaux mouvements se sont encore produits lors de l'émersion de cette région, et même après, si l'on en juge par les strates inclinées de l'Helvétien (Concentaina) et des calcaires lacustres du Miocène supérieur.

(1) M. de Cortazar a déjà signalé ce ridement dans sa description de la province de Valence.

Fig. 49. — *Structure de la Sierra Mariola.*



A B Coupes transversales ; — *C* coupe longitudinale.
T, Trias. — *Ti*, Tithonique. — *Va*, Valenginien. — *Ha*, Hauterivien. — *Ba*, Barrêmien. — *Ap*, Aptien. — *g*, Gault.
d, Dolomies, (Crétacé indéterminé). — *s*, Sénonien. — D, Maëstrichtien et Garumnien. — *e*, Eocène.
h, Helvétien. — *m*, Miocène supérieur. — *q*, Quaternaire.

Description détaillée.

1° Versant oriental : escarpement du Moncabrer.

Quand on se dirige au Nord de Concentaina en prenant le chemin qui mène au cimetière et le dépasse, on traverse d'abord des éboulis et des brèches quaternaires. Au-delà du cimetière, on arrive au pied d'un escarpement de plusieurs centaines de mètres de hauteur formé par les calcaires et les dolomies qui surmontent le Barrêmien dans la sierra Mariola et correspondent à plusieurs étages différents.

Le barranco de la Peña baña (fig. 6) montre cet escarpement calcaire dominant la rive droite ; au-dessous viennent des marnes sableuses vertes, sans fossiles, surmontant les calcaires marneux barrêmiens avec *Crioceras*.

Les couches sont très fortement redressées ; cette partie forme, en effet, la retombée méridionale du grand anticlinal, mais cette inclinaison diminue bientôt et les couches s'infléchissent de façon à donner lieu à un anticlinal à peine ébauché auquel succède un synclinal à la faveur duquel les couches se relèvent et continuent à former la montée du grand anticlinal de Mariola.

Le fond de la vallée anticlinale de San Antonio est formé par les calcaires marneux friables à *Desm. difficile*, *Pulch. galeata*, *Heteroceras sp.* (espèce figurée et décrite par M. Haug dans le Tyrol méridional), etc. ; en remontant la pente Nord, on retrouve vers le haut les calcaires à grands Céphalopodes déroulés du barranco de la Peña baña, avec *Phyll. Tethys*, *Ancyloceras* ; ces calcaires, très durs en ce point, forment le fond du synclinal, en sorte que l'on voit sur 40 m. de largeur environ les couches s'abaisser, puis se relever. Du point situé au-dessous du Pinar de la Teuleria, on domine les barrancos de San Antonio et de las Fasedures : le lit de ce dernier est à 300 m. environ au-dessous de la plate-forme.

Pinar de la Teuleria. — Le « *pinar de la Teuleria* » (1) est situé

(1) *Traduction :* Bois de pins de la Tuilerie.

à 200 m. environ au-dessus de ce plateau ; il doit son nom à la présence de pins et d'une marnière aujourd'hui abandonnée. Le bois de pins recouvre la partie supérieure des calcaires à Criocères du barranco de la Peña baña ; la marnière était, m'a-t-on assuré, située au-dessus de ces calcaires. On exploitait donc ces marnes vertes sableuses qui semblent constituer la partie supérieure du Barrêmien dans cette région.

Je n'ai pu constater en ce point l'existence de ces marnes qui doivent se trouver sous les éboulis provenant des calcaires à *Orbitolina discoidea, Orbitolina conica*. Ces calcaires, qui forment un escarpement de 80 à 100 m. fort difficile à franchir, sont surmontés par des dolomies où l'on ne rencontre que quelques vestiges de Rudistes indéterminables et quelques Orbitolines ; au-dessus de ces bancs, on voit des couches plus marneuses renfermant des *Rhynchonella* que l'on retrouve avec *Amm. cf. Dufrenoyi* et *A. Cornuelianus* à quelques kilomètres au Nord-Ouest, à Prats et au Balcon de Llopis. Ces marnes appartiennent donc certainement à l'étage Aptien. Au-dessus s'élève un escarpement d'au moins 150 m. de hauteur absolument inaccessible du côté de l'Est.

Barrancos de las Fasedures et de la Querola. — Le barranco de las Fasedures prend naissance, ainsi que celui de la Querola, au pied des calcaires à Orbitolines, au-dessous d'une roche en surplomb de près de 200 m. de hauteur, appelée le balcon de Llopis, dont il sera fait mention plus loin (p. 154) dans la description des couches aptiennes (Pl. III) qu'elle supporte. Les deux barrancos qui font l'objet de ce paragraphe s'en détachent, isolant une croupe qui présente un gisement fossilifère intéressant. La ferme de la Querola, située à la partie inférieure de cette croupe, doit donner son nom à ce gisement remarquable à la fois par le nombre des espèces qu'il renferme et par leur état de conservation. C'est à ce gisement, suivant toute probabilité, que Collomb et de Verneuil faisaient allusion en décrivant, en 1852, le Néocomien pyriteux des environs de Concentaina. Non seulement les couches à *Hopl. neocomiensis* renferment les fossiles à l'état pyriteux, mais aussi une autre assise, le Barrêmien, est riche en Ammonites également pyriteuses, ce qui permet d'observer des détails fort intéressants de la structure des cloisons de certains genres, notamment des *Pulchellia*, *Holcodiscus*, de certains *Hol-*

costephanus, *Hoplites*, etc. La composition stratigraphique de cette croupe a été donnée fig. 5, p. 43. Le barranco de las Fasedures entre dans le Quaternaire à peu de distance de la Querola ; les brèches qui composent ce terrain sont en pentes douces et couvertes de champs plantés d'oliviers. Cette région, très cultivée, forme un contraste frappant avec la montagne presque toujours stérile, sauf dans la partie correspondant au Barrêmien, plus friable que les autres et se prêtant facilement à la culture de la vigne en terrasse.

Plus haut, le lit du barranco est creusé dans les couches à *Crioceras Duvalii* Lev. A l'Ouest le Barrêmien le domine. A l'Est, on retrouve, dans les érosions, les calcaires glauconieux à *Crioceras Duvalii* recouverts par les marnes barrêmiennes à *Desm. difficile* et à *Pulchellia*.

Au Nord du barranco de la Querola, dont l'entrée est située à 100 m. environ au N. de la ferme, se trouvent les calcaires gréseux à *Natica Leviathan ;* ces couches recouvertes par les grès qui forment les parois de l'entrée du barranco, constituent une masse plus résistante que les couches à *Hopl. neocomiensis*, à *Crioceras Duvalii* et à *Desm. difficile* de la Querola. Ces calcaires très puissants, et où l'on trouve aussi *Pygurus cf. Montmolini* Ag., ont résisté à l'érosion et dessinent très bien la forme de l'anticlinal.

En se dirigeant plus au Nord, on voit l'axe de l'anticlinal formé par un calcaire marneux bleu semblable d'aspect aux calcaires marneux à *Per. eudichotomus* de la sierra de Foncalent.

Quand on dépasse l'axe, les couches se renversent vers la vallée qui sépare la Mariola de la sierra Benicadell ; les dernières couches isolées donnent lieu à des aiguilles en surplomb d'un effet très pittoresque (Peña del Fraile, vallée de Agres).

Balcon de Llopis (Pl. III). — Si l'on prend le chemin de Concentaina à Agres, après avoir traversé le gisement de la Querola, on retrouve de nouveau les calcaires glauconieux à *Crioceras Duvalii*, le chemin s'élevant moins vite que les couches ; puis les couches à *Hopl. neocomiensis*. Après avoir franchi de nouveau le niveau de *Cr. Duvalii* et le Barrêmien, on gravit en zigzag les calcaires à *Orbitolina discoidea* et *O. conoidea*. Vers le haut les couches sont difficiles à observer par suite des éboulis. On y recueille néanmoins des Rudistes présentant des réseaux dans l'épaisseur de leur test et par suite probablement cénomaniens.

A 500 m. au S., au lieu dit le Balcon de Llopis, on voit, sur les calcaires blahcs à Orbitolines, une série de calcaires marneux aptiens (*a*, Pl. III) renfermant *Acanth. Dufrenoyi*, *A. Cornuelianum*, *A. cf. Martini*, *A. cf. Stobiesckii*; quand on revient sur ses pas vers le chemin de Agres, on trouve à un niveau supérieur toute une série de bancs de Rudistes renfermant avec *Toucasia Santanderensis* Douv. des Spatangoïdes indéterminables et des Nérinées.

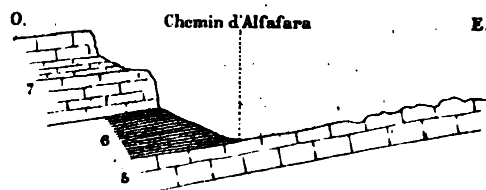
Au-dessus se développe une masse dolomitique (*d*, Pl. III) puissante, de plusieurs centaines de mètres de hauteur : c'est le Moncabrer, le point culminant de la sierra Mariola et dont l'altitude est de 1385 m. au-dessus du niveau de la mer. Dans ces dolomies on ne rencontre aucun fossile.

En continuant le chemin, on redescend vers le Mas de la Foya Ampla, dont il sera reparlé plus loin, et, en une heure et demie, on arrive à la retombée septentrionale du pli, au-dessus de Agres.

Retombée septentrionale du grand anticlinal de la Mariola. — Quand on suit le chemin entre le Mas de la Foya Ampla et Agres, les couches, sur la hauteur, sont peu inclinées; elles plongent légèrement au Sud, mais aussitôt qu'on arrive au-dessus de la vallée de Agres, c'est-à-dire sur la bordure septentrionale du massif de la Mariola, on voit les couches se plisser et se renverser : c'est la retombée septentrionale du grand anticlinal de la Mariola. Si l'on descend vers Agres, on voit d'abord l'Aptien avec *O. aquila* Orb. et *Acanthoceras* sous l'aspect de calcaires marneux présentant une puissance considérable, difficile à évaluer à cause du plissement (200 m. ?), et recouvrant 40 m. de calcaires blancs saccharoïdes qui leur sont antérieurs, ainsi que le reste de la coupe donnée fig. 11, p. 62.

Si l'on se dirige à l'Ouest du col précédant la descente sur Agres, et que l'on suive la bordure septentrionale de la Mariola, on chemine sur des calcaires fissurés, traversés à chaque pas par des crevasses profondes et irrégulières dont la largeur dépasse souvent 1^{m}. Ces calcaires blancs (5, fig. 50) ne présentent pas de fossiles : ils sont subordonnés près du chemin d'Agres aux marnes (6) à *O. Aquila* : le même ordre se remarque plus loin, à 4 ou 5 kil. de là, près des puits de neige. Au-delà, on observe encore une superposition analogue, auprès du chemin qui descend sur Alfafarà.

Fig. 50. — *Coupe de l'Aptien au Col d'Alfafara.*



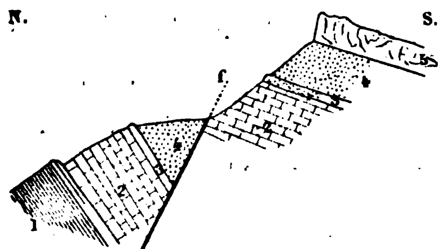
Si de ce chemin on revient vers le château de Mariola (1), on observe, au milieu de la vallée, un affleurement de Barrêmien.

A gauche même du point culminant du sentier allant à Alfafara, on voit le soubassement de ces calcaires blancs (5); ce sont des sables verts (4, fig. 51) qui, vers leur partie inférieure, présentent des bancs de grès beaucoup plus durs (3). Ces bancs de grès, sans fossiles comme les sables, recouvrent des calcaires marneux (2) avec *Desm. difficile* Orb., *Crioceras cf. Orbignyi*, Math., identiques à ceux du barranco de la Pena baña. En descendant du col vers Mariola, on aperçoit dans une courbe du chemin les grès à droite et les calcaires marneux fossilifères (1) à gauche.

Plus bas dans la vallée, on retrouve encore les grès, puis les calcaires marneux au-dessous, enfin dans le bas des marnes bleues avec *Heteroceras*. Cette répétition de la même série de couches s'explique facilement par une faille qui est orientée N. 60° O.

La coupe de cet accident est donnée par la fig. 51.

Fig. 51. — *Coupe prise entre la fontaine Mariola et Alfafara.*



(1) Le château de Mariola est une énorme tour carrée dont la base rongée présente un aspect bizarre ; il est construit sur les dolomies qui recouvrent les couches à Rudistes *Toucasia Santanderensis* et *Toucasia cf. Seunesi* auxquelles sont subordonnées les marnes à *Acanthoceras Stobiesckii.*

Les calcaires barrêmiens à Criocères se rencontrent encore dans la vallée au-delà du Mas situé au pied de cet accident.

Au pied N. de la chaîne qui porte le château de Mariola, on trouve une source qui semble indiquer l'affleurement des marnes aptiennes, puis au-dessus, des calcaires correspondant probablement aux couches à Rudistes.

VERSANT OCCIDENTAL DU MONCABRER.

Environs de Prats et de la Foya Ampla. — Au pied de l'éminence sur laquelle se dresse le château de Mariola, on voit une source abondante dite la fuente Mariola, sortant des marnes aptiennes à *O. Aquila* Orb., *Acanthoceras cf. Stobiesckii* Orb. Cette dernière espèce y atteint des dimensions exceptionnelles ; un exemplaire que j'y ai recueilli mesure 50 centimètres de diamètre.

Au-dessus de ces marnes aptiennes on trouve des calcaires gris gréseux, veinés et pointillés de rose, ayant 40^{m} de puissance. Au-dessus apparaissent les niveaux à Rudistes décrits précédemment (fig. 10, p. 61).

Si l'on suit la pente méridionale de la petite chaîne qui conduit du château de Mariola vers le Moncabrer, on constate l'existence à peu près constante de ce niveau marneux à *Acanthoceras* et *Plicatula placunea* Lk. Il présente néanmoins des variations notables dans sa puissance.

A la hauteur du Mas Nuevo, on peut facilement observer la partie inférieure de l'Aptien. Elle est composée de 10^{m} environ de calcaires gréseux dolomitiques gris brun sans fossiles, surmontés par 30 ou 40^{m} de calcaires compactes blancs avec Rudistes qu'il est impossible d'extraire de la roche.

Au-dessus des bancs renfermant fréquemment *Hopl. Dufrenoyi* Orb., *Ac. Stobiesckii* Orb., *Plicatula placunea* Lk., *O. Aquila* Orb., etc... on voit quelques mètres de calcaires renfermant en poches des *Pecten*, *Terebratula sella* Sow., des Rhynchonelles, des Spatangoïdes etc., dans un calcaire marneux friable, — puis, la série de calcaires à Rudistes indiquée précédemment.

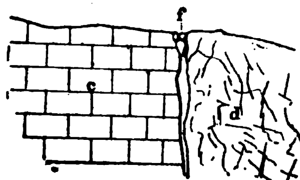
Au pied de l'escarpement où l'on relève cette coupe, repose, sur les couches inférieures, un conglomérat miocène avec *Ostrea Welschi* Kil., et des bancs constituant de vrais faluns durcis pétris de coquilles

brisées et renfermant souvent des fossiles aptiens remaniés. C'est sur ce petit bassin miocène qui occupe seulement le fond de la vallée que sont construits le Mas Nuevo et les deux ou trois autres maisons qui séparent le Mas de Prats de la fontaine Mariola.

Si l'on continue à se diriger vers l'Est on arrive au Mas de Prats, situé sur les calcaires marneux aptiens à *Amm. Dufrenoyi*, etc.., renfermant des Brachiopodes en très grande abondance autour du Mas.

Ces marnes sont, comme précédemment, subordonnées à des calcaires, mais, dans cette partie de la Sierra, les Rudistes sont moins fréquents. Un peu plus loin, à l'Est, une faille amène les dolomies en contact avec les calcaires.

Fig. 52. — *Faille de Prats.*



Cette faille, orientée N. 63° O., est restée béante en certains points et doit être à peu près verticale si l'on en juge par le temps (4 à 5 secondes) que mettent des pierres, lancées de l'ouverture, pour atteindre la première inclinaison des parois. A 100^{m} à l'Est de Prats, cette fissure a 2 ou 3 mètres de large. Cette faille se prolonge de l'autre côté de la vallée et donne naissance à la fontaine de Prats, source abondante qui alimente les deux fermes voisines, et qui peut être considérée comme l'origine du Rio del Sinc dont il sera fait mention ultérieurement. Cette source est au pied du Moncabrer; en prenant le chemin qui monte en la longeant, on peut arriver au sommet en 2 heures. En faisant cette ascension, on rencontre successivement des calcaires dolomitiques (10^{m} environ), puis des calcaires avec Rudistes indéterminables; puis 50 à 60^{m} de calcaires durs avec Ptérocères et Radiolites (?).

Au-dessus on voit des calcaires magnésiens avec Nérinées, puis des dolomies qui forment la cime. Cette succession semble, en somme, identique à celle relevée près de Prats.

Le sommet du Moncabrer est un des points les mieux appropriés à l'étude de l'ensemble de la géologie de la région : sur son flanc est, l'escarpement atteint près de 1,000 mètres et fait face à la plaine du Serpis qui descend vers la mer en suivant la direction moyenne du ridement, tout en obliquant un peu vers le Nord.

La Sierra de Benicadell limite de ce côté la plaine du Serpis ; elle forme le prolongement naturel des Sierras d'Onteniente, d'Agullent et d'Albaïda et on distingue nettement, à plusieurs lieues de distance, ses strates relevées à la verticale. La partie inférieure de ses pentes est recouverte de terrains rouge-sombre, quaternaires, probablement comme ceux qui occupent une situation analogue sur les flancs de la Mariola. Le centre de la plaine est formé, ainsi que je l'indique, par des argiles gris clair qu'on peut rapporter à l'Helvétien.

Vers le Sud, les Sierras de l'Almudaina, de la Serrella, enfin l'Aitana, parallèles comme la Sierra de Benicadell à la Sierra Mariola montrent leur participation au ridement de cette région.

A l'Est, la vue s'étend fort loin. Non seulement on distingue nettement la mer, mais même, par les temps clairs, les crêtes des îles Baléares.

Mas de Blas Giner. — Au Sud du Mas de Prats s'élève une colline dont le prolongement vers l'Ouest va jusqu'au barranco où passe le chemin d'Alcòy à Bocairente. A l'Est elle est limitée par le Rio del Sinc. Cette colline domine au Sud un plateau, entamé à ses extrémités est et ouest par deux barrancos dont l'origine est au sommet du plateau : tout cet ensemble qui domine au Sud le bassin miocène du Mas Nuevo est formé de dolomies et de calcaires cariés ; on peut en voir une coupe naturelle dans le chemin de Alcòy à Bocairente. Ces dolomies ne renferment pas de traces de fossiles, et forment le soubassement de la colline située au N. du Mas de Blas-Giner et sur laquelle je n'ai pas à revenir. Je rappellerai seulement que le Mas de Blas-Giner est situé dans une vallée limitée par deux failles ; le fond de la vallée, sur lequel repose la ferme, est formé par des couches blanches, tufacées, probablement éocènes et butant à droite et à gauche contre les escarpements maëstrichtiens et sénoniens. Cette région a été fortement disloquée : en effet, indépendamment du ridement qui a donné lieu au grand anticlinal de Mariola,

auquel il faut attribuer l'incliuaison des calcaires maëstrichtiens, on constate l'existence de ridements secondaires, indépendants du premier : tel est le pointement de dolomie que l'on rencontre à 500m au S. du Mas sur le chemin d'Alcòy, pointement qui a accompagné la formation d'un anticlinal, dû à une poussée latérale puissante, ainsi que le montre la faille inverse de la fontaine de Barchell.

L'axe de l'anticlinal est formé par des bancs dolomitiques compactes, mesurant au moins 50m d'épaisseur.

Au-dessus on voit des calcaires moins inclinés composés de :

a. — 15 mètres de calcaires compactes, cariés et caverneux à leur partie supérieure.

b. — 20 mètres de calcaires à Inocérames : ils sont recouverts à leur partie supérieure par 10 mètres de marnes avec Inocérames. Ces marnes affleurent dans le fond du barranco près de la fontaine de Barchell.

c. — 50 mètres de calcaires marneux avec de nombreux Inocérames *Inoc. Cripsii* Mantell.

d. — 100 mètres environ de calcaires blancs à Inocérames ;

e. — 120 m. de calcaires noduleux avec Inocérames et *Orbitoides.*

f. — Enfin des marnes grises, tufacées, probablement garumniennes et éocènes.

Cette dernière subdivision correspond aux couches à *O. ungulata* que l'on retrouve à l'Est entre le Mas del Sargent et le Mas de Blas Giner. La sortie du Rio Barchell des calcaires noduleux maëstrichtiens montre un fait très intéressant : la continuation du ridement à l'Ouest vers Bañeras. En effet le calcaire, plus résistant que les marnes, forme saillie et donne lieu à une muraille inclinée de 30° sur l'horizontale : cette muraille qui plonge vers le Sud se prolonge au loin dans la direction N. 70° E., direction générale du plissement.

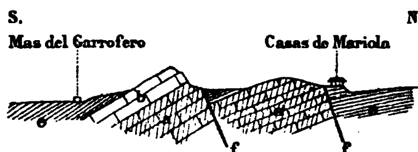
Si l'on suit cette muraille vers l'Est, il est facile de voir près du Mas de Blas-Giner, la faille qui la limite au Nord.

En face du Mas del Sargent on peut observer (fig. 29) la concordance entre le Sénonien et le Maëstrichtien. Si, des hauteurs qui dominent le Mas del Sargent, on revient vers le Mas de Blas-Giner, on voit à l'Est de cette ferme une colline formée par les marnes

tufacées blanches crayeuses, de 50 à 60m de puissance renfermant à leur partie supérieure des nodules calcaires où je n'ai pu recueillir qu'un *Euspatangus* mal conservé et indéterminable. Ces calcaires friables butent, ainsi que je l'ai dit, contre le Sénonien : par le moyen d'une faille orientée N. 80° O. et qui vient par suite se greffer obliquement sur la direction du ridement, faisant avec elle un angle de 30°.

Mas del Garrofero et Casas de Mariola. — Si l'on suit cette faille vers l'Est, on retrouve vers le Mas del Garrofero deux failles parallèles de direction voisine (N. 60° O.) de celle-ci, et découpant en deux lambeaux la muraille inclinée formée par les calcaires maëstrichtiens.

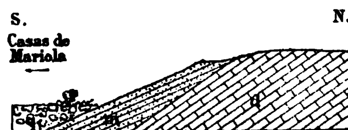
Fig. 53. — *Coupe du Mas del Garrofero aux Casas de Mariola.*



La figure 53 montre d'ailleurs cette disposition. Les calcaires compactes, blanc jaunâtre, que je considère comme maëstrichtiens puisqu'ils surmontent les couches à *Inoc. Cripsii*, ne renferment que de petits Rudistes indéterminables. Ces calcaires forment deux barrières successives que le chemin franchit avant d'arriver aux Casas de Mariola.

Au Nord des Casas de Mariola, de l'autre côté de la vallée, on retrouve des calcaires à *Inoceramus Cripsii* Mant. qui sont le prolongement de ceux du Mas de Blas-Giner ; ils sont recouverts en partie par l'Helvétien, (calcaires durs à *Clypeaster cf. intermedius*).

Fig. 54. — *Coupe au Nord des Casas de Mariola.*



La coupe (fig. 54), prise au Nord de la précédente, fait voir la discordance entre l'Helvétien (*m*) et les Calcaires à *Inoceramus Cripsii* (*d*).

Pour le Crétacé le plongement est de 35°, pour l'Helvétien il est de 27° : l'orientation du ridement est encore N. 70° E. comme au Mas de Blas-Giner.

Cette coupe naturelle (fig. 54) se relève dans un ravin sur les flancs duquel serpente le chemin qui va des Casas de Mariola au Mas Nuevo ; le lambeau de calcaire à Clypéastres (*m*) s'étend à l'Est et à l'Ouest à quelque distance.

Les calcaires blancs à *Inoceramus Cripsii* Mant. constituent le niveau le plus caractéristique du Crétacé supérieur dans cette région, à cause de la grande abondance de ce fossile.

Ces calcaires se retrouvent encore à l'Est du Mas del Garrofero entre le Mas de Vilaplana et le Mas de Capellans ; ils doivent se prolonger dans la direction de Concentaina : mais par suite de l'escarpement inaccessible que forme la retombée méridionale du pli, je n'ai pu explorer cette région. Le Mas de Vilaplana et le Mas de Capellans dominent le Rio del Sinc : le Sinc dont l'origine première est aux environs des Mas de la Foya Ampla et de Prats, dans l'Aptien, traverse les couches crétacées supérieures à l'Aptien ; il se taille un lit à parois abruptes dans les calcaires cariés et les dolomies, puis dans les calcaires durs à Inocérames, au sortir desquels il entre dans les marnes éocènes ; la différence de dureté de ces roches provoque chez ses affluents des ressauts de plusieurs mètres, par suite de l'inclinaison des couches, mais un peu au-dessus du Mas de Capellans, les pentes du barranco del Sinc deviennent moins abruptes, et par suite de la nature plus meuble du sol (marnes éocènes), se couvrent d'une riche végétation de pins : les cultures en terrasses y sont également fréquentes. Au-dessous du Mas de Capellans le défilé se resserre, et au-dessus des marnes bleues on voit la masse imposante de la Pedrera et du San Cristobal composée de calcaires helvétiens surplombant le défilé et le dominant de plus de 300^m de hauteur.

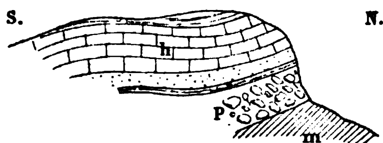
Ces calcaires, qui plongent vers le Sud atteignent le fond du barranco à trois quarts d'heure d'Alcòy et forment un étroit passage de 3^m à peine de large sur 80^m de haut, et où passent à la fois le torrent et le chemin muletier : c'est l'*estrecho del Sinc*. Puis le chemin cotoie une carrière de gypse que l'on extrait des marnes irisées, qui reviennent au jour à la faveur d'une faille, et entre dans les brèches quaternaires.

La partie la plus profonde du barranco du Sinc montre une remarquable discordance entre les marnes bleues de l'Éocène et les calcaires helvétiens (fig. 39, p. 132). Au-dessus des marnes on voit vers l'entrée méridionale du barranco, des poudingues qui ont épousé le contour plissé des marnes ; les couches présentent, en effet, deux anticlinaux séparés par un synclinal, puis une faille au-delà de laquelle on retrouve les mêmes marnes, mais sans y voir la continuation des poudingues : cette faille doit être inverse, car à la base des marnes bleues, on retrouve au N. des marnes blanches tufacées semblables à celles du Mas de Blas-Giner, horizon qu'on ne voyait pas au S. de la faille. Cette faille d'ailleurs, ainsi que ce ridement, a dû se produire lors de la formation de l'anticlinal de la Mariola.

C'est au barranco del Sinc que l'on peut le mieux embrasser d'un coup d'œil l'Éocène et le Miocène ; mais leur étude détaillée y est rendue impossible par l'escarpement des parois. On peut plus facilement aborder les couches qui composent ces étages en montant du Mas del Garrofero à la Pedrera.

Pedrera ; Baradero de Merito. — En s'éloignant du Mas del Garrofero par le chemin qui monte en laissant la Pedrera à gauche, et va au Baradero de Merito, on rencontre d'abord des marnes blanches tufacées (200^m) présentant à leur partie supérieure des nodules calcaires, identiques à ceux où j'ai recueilli un *Euspatangus* près du Mas de Blas-Giner, puis 400^m environ de marnes surmontées par quelques bancs de grès plus résistants. Ces grès sont orientés E.-O., et ne sont donc plus exactement parallèles à la direction générale de l'axe de l'anticlinal de Mariola. Au-dessus viennent 180^m de marnes grises : dans toute cette série je n'ai recueilli aucun fossile. Toutes ces marnes constituent la vallée qui s'étend vers l'Ouest et comprend les Mas de Luño et del Sargent.

Fig. 55. — *Coupe prise au col de la Pedrera.*



Au-dessus des marnes grises, on voit (fig. 55) un poudingue à gros

éléments (20^m) reposant sur elles en discordance. Ce poudingue est terminé à sa partie supérieure par 1^m de débris coquilliers, véritables faluns agglutinés ; puis au-dessous 20 à 30^m de bancs de calcaire à grain plus fin exploité pour la construction dans les carrières de Pedrera (950^m d'altitude). C'est avec ce calcaire qu'est construite la plus grande partie des maisons d'Alcòy. Au milieu de ce calcaire s'intercalent des bancs plus grossiers où l'on trouve des débris de Clypéastres.

A l'Ouest l'escarpement formé par les calcaires de la Pedrera diminue, et l'arête Nord va en s'abaissant.

Le Baradero de Merito est situé au pied de la pente S. des calcaires de la Pedrera ; on y creusait un puits lors de mon passage, et on m'a donné les renseignements suivants : à partir du sol on rencontre 10^m d'argile blanche ; puis 1^m environ de calcaire noduleux au-dessous duquel on trouve une épaisseur assez grande de marnes bleues où j'ai recueilli des fragments d'*Ostrea*, et où l'on avait dû trouver, si j'en juge par la description que m'en ont faite les ouvriers, des dents de squale de très grande taille.

Fig. 56. — *Coupe du Mas de Baradero de Merito* (1).



Si l'on se dirige à l'Est de la Pedrera, sur le sommet, on voit, aux abords du barranco del Sinc le calcaire présentant des réseaux très réguliers rappelant ceux que l'on observe sur les lames de verre soumises à la torsion entre des plaques de caoutchouc, ainsi que l'a fait connaître M. Daubrée. Ces réseaux formés de deux directions découpent les dalles en une série de parallélipipèdes, d'une régularité remarquable.

(1) Par suite d'une erreur dans la gravure l'Helvétien h_1 est représenté ici en concordance avec l'Eocène, contrairement à ce que l'on observe.

Le San Cristobal (1) est encore constitué par les mêmes couches ; mais la bordure méridionale, qui porte le nom de Castelar, et sépare la Pedrera de la vallée du Serpis présente une structure tout à fait différente : une faille la sépare vraisemblablement des régions décrites précédemment, et la composition de ses couches diffère de celles qui viennent d'être étudiées.

Castelar. — Le Castelar forme la bordure méridionale du massif de la Pedrera et domine de 200m environ la vallée du Serpis, dont il forme le flanc septentrional, du Salt de Barchell jusqu'à Alcòy. Les couches qui constituent le Castelar ne se raccordent pas avec les niveaux de la Pedrera ; ils sont séparés par une faille. Je n'examinerai pas la question des poudingues du Castelar et du Salt, mon opinion n'étant pas suffisamment fixée sur ce sujet ; je donnerai seulement quelques détails sur la formation des tufs du Salt de Barchell.

Au pied des poudingues du Castelar, le rio Barchell tombe d'une cinquantaine de mètres de hauteur ; ses eaux très calcaires ont formé et forment encore un calcaire poreux très dur avec empreintes de plantes (*Ulmus*) et *Helix* ; on y a même trouvé un tibia humain (collection de M. Enrique Vilaplana à Alcòy). Ce calcaire est exploité pour la construction des maisons d'Alcòy. La chute du rio Barchell est connue dans le pays sous le nom de El Salt.

Le flanc méridional de la vallée du rio Barchell, est formé par les auteurs hnummulitiques du Carrascal et de la Fuente Roja : les couches y sont relevées à la verticale, et orientées sensiblement E.-O.

Région comprise entre la retombée méridionale du grand anticlinal de Mariola, et la route d'Alcòy a Çoncentaina.

Cette région est assez intéressante en ce qu'elle montre un niveau fossilifère du Trias et le Miocène supérieur.

Concentaina est construit au pied d'un rocher, le San Cristobal de Concentaina, s'élevant à pic à 150 ou 200m environ ; cette émi-

(1) San Cristobal d'Alcòy qu'il ne faut pas confondre avec San Cristobal de Concentaina dont il sera parlé plus loin.

nence est constituée par des calcaires compactes et poudingues, orientés S.-O. — N.-E.

Si l'on remonte le ruisseau qui descend de l'Ouest vers Concentaina, on voit près de l'ermitage des marnes helvétiennes très fossilifères. Ces marnes helvétiennes plongent très fortement au S.-E. sous un angle de 80° et sont orientées N. 40° E. Elles présentent la composition suivante (fig. 57) :

1 — Marnes gréso-calcaires (6^m) avec *Mitylus*, *Ostrea* ;

2 — Des grès (8^m) avec *Cerithium*, *Mitylus*, *Ostrea* ; certains bancs renferment des empreintes végétales très mal conservées ;

Fig. 57.



3 — A ces marnes sont juxtaposés poudingue gris-jaune et argile se décomposant (15 à 20^m) ;

Un poudingue rouge très dur renfermant des débris de marnes bariolées gypsifères triasiques, et semblant former la masse du San Cristobal de Concentaina, supporte ces couches et leur est antérieur.

Au Sud, à quelques mètres en avant des marnes helvétiennes, on observe les marnes irisées du Trias : elles sont en ce point l'objet d'une exploitation de gypse et de marne.

De l'autre côté du barranco, on voit des graviers. Au Sud de ces graviers vers la gare du chemin de fer (1), se trouve une importante exploitation de gypse, à l'entrée même de Concentaina du côté d'Alcòy.

Si l'on remonte le barranco de la Ermita, on rencontre des marnes irisées gypseuses ; ce sont les mêmes couches très disloquées qui constituent les flancs du barranco Riera ; mais ici, à la partie supérieure du Trias, se trouvent des calcaires bleu-noir, en plaquettes

(1) Bien que la gare du chemin de fer soit construite depuis plusieurs années à Concentaina, la voie est loin d'être terminée ; le tracé n'en est indiqué qu'aux abords de la station.

présentant tout à fait l'aspect des calcaires triasiques signalés par de Verneuil dans la province de Murcie.

La coupe (fig. 1) indique la composition détaillée de cet ensemble en un des points les moins disloqués des marnes irisées. Les calcaires marmoréens bleu-noir qui se trouvent à la partie supérieure sont probablement aussi triasiques : ils présentent d'ailleurs une grande analogie avec ceux que l'on rencontre à Callosa de Ensarria.

En face de cette coupe, prise à l'Est de la plâtrière, on voit les argiles et marnes irisées recouvertes par des calcaires dont l'aspect rappelle celui des faluns durcis, et que l'on peut rattacher soit aux calcaires helvétiens de la Pedrera, soit à un niveau supérieur.

En franchissant le bord occidental du barranco Riera, on arrive au barranco de Villanueva, qui est des plus intéressants par l'existence du Miocène supérieur bien caractérisé. Je ne reviendrai pas sur la coupe que j'en ai donnée; si l'on remonte plus au Nord, on rencontre des calcaires pouvant se rattacher à l'Helvétien; puis ces calcaires cessent, on se trouve en présence d'une vallée assez profonde, aux flancs couverts de pins, creusée dans les argiles éocènes, et limitée au N. par la retombée méridionale du grand anticlinal de la Mariola, qui présente ici, un escarpement vertical de plusieurs centaines de mètres de hauteur.

Je ne puis citer que pour mémoire le gisement de la mine de lignites (mina de Carbò) maintenant épuisée d'où proviennent, d'après M. Enrique Vilaplana, les types du Miocène supérieur décrits par Gervais; ce sont, suivant toute probabilité, les mêmes couches que celles du barranco Villanueva qui renferment aussi quelques traces de lignites.

B. SIERRA DE LA ALMUDAINA.

La Sierra de la Almudaina est située dans le prolongement latéral de la Sierra Mariola : c'est plus exactement le prolongement de la retombée méridionale du prolongement du grand anticlinal de Mariola, dont la partie centrale, détruite dans cette région, est remplacée par la plaine miocène du Serpis. En effet, vers la pointe de la Sierra de la Almudaina, avant d'arriver à Milleneta, on observe le Crétacé supérieur après le défilé où passe le chemin, en face de la

distillerie de Vicente Marti, et au Nord de la source abondante, dont la naissance est probablement provoquée par une faille.

Les calcaires à *Inoceramus Cripsii* très abondants sont surmontés par des calcaires à *Echinocorys tenuituberculatus;* le tout est recouvert en discordance par des poudingues formés de blocs renfermant des Nummulites et des Alvéolines de l'Eocène moyen. Ces poudingues sont donc postérieurs à l'Eocène moyen et paraissent antérieurs à l'Helvétien. Le versant méridional de la Sierra de la Almudaina est formé au-dessus de Milleneta, de Balones, des Costureras, par ces calcaires à *I. Cripsii* Mant.; le seul point où j'ai rencontré le Maëstrichtien d'une façon plus développée est au lieu dit *Pla de Pauet* où j'ai recueilli *Echinocorys tenuituberculatus* Leym. en grande abondance (v. p. 103).

Au Nord de la Sierra de la Almudaina, s'étend la vallée du Serpis dont le fond est constitué par des marnes miocènes peu fossilifères. Certaines parties de cette vallée étaient, lors de leur formation, bien voisines du rivage, étant donnée la présence aux environs de Benimarfull (au passage de la route de Planes dans le Barranco del Asufre) de couches de lignites avec aiguilles et cônes de pins. Au Sud s'étend une large vallée formée par les marnes helvétiennes renfermant *Ostrea Welschi* Kil., entre Benilloba et Milleneta : les marnes peu fossilifères ne semblent pas pouvoir se subdiviser facilement : elles sont ravinées par un grand nombre de barrancos aux parois abruptes rendant la circulation fort difficile et souvent dangereuse. Ces dépôts se prolongent au Sud jusque Benifallim et Peñaguila où ils viennent s'appuyer contre le Nummulitique.

C'est, en effet, avec la Sierra Serrella et les premiers contreforts de la Sierra Aitana qu'apparaît la grande masse nummulitique qui forme entre Alcòy et la mer une immense barrière naturelle, et qui la sépare de la région de Callosa, Alfàz, Orcheta, sur laquelle je vais donner quelques détails.

III. RÉGION DE LA MARINA.

Il n'est point possible de résumer en quelques mots la structure générale de la partie de la Marina que j'ai explorée : les dislocations l'ont tellement éprouvée, dans les environs d'Alfàz, notamment, qu'il ne serait pas difficile d'y trouver des plissements dans toutes les directions ; cependant les ridements orientés S.-O. — N.-E. (Sierra Helada) y sont assez fréquents.

Les plissements dirigés du S. au N. sont fréquents à l'Ouest d'Alfàz: les exemples que l'on peut voir dans le rio Carboneras (Alfàz), près de Benidorm, et dans les Sierras d'Orcheta, de Busot montrent une série d'anticlinaux orientés N. S. et plongeant le plus souvent à l'Ouest. Cette direction de ridement, déjà signalée par M. Mac-Pherson plus au Nord, se prolonge donc jusqu'à la Méditerranée.

Je ne reviendrai pas sur l'aspect de ce littoral, dont les abrupts atteignent parfois plusieurs centaines de mètres de hauteur (Ifach) ; je ferai seulement remarquer que ces abrupts sont le plus souvent formés par des roches tertiaires, abstraction faite de la Sierra Helada qui appartient au Crétacé inférieur.

Environs de Callosa de Ensarria.

La sierra Aitana et la sierra Serrella se réunissent vers Confrides et séparent la région qui vient d'être étudiée des localités dont Callosa de Ensarria est le centre naturel. Tout ce massif montagneux est formé surtout par l'Eocène, mais est très disloqué, ce qui en rend l'étude fort difficile. De plus, bien des couches sont pauvres en fossiles, aussi ne puis-je donner que quelques indications sommaires sur la région comprise entre Benasau et Guadalest.

En allant d'Alcòy à Confrides, on rencontre, au delà de Benasau et avant d'atteindre le port de Confrides, un lit marneux de l'Éocène

moyen, avec *Linthia Mac Phersoni* Cott., auprès d'une source à laquelle ces marnes donnent naissance. Le port (1.100m environ) de Confrides est formé par des calcaires durs dans lesquels est taillée la gorge qui précède le village. Au-delà de Confrides, en suivant le chemin royal, on rencontre après Benifato un gisement de marnes avec *Prenaster Alpinus* Desor., *Serpula spirulea* Lk., *Nummulites.*

Le Rio de Guadalest prend sa source au delà de Confrides; il passe à une demi-heure à l'Ouest et au Sud de Callosa et va tomber dans la mer à Altea. Il présente le vrai type du barranco, ayant le plus souvent des berges à pic qui permettent de voir des coupes naturelles toujours fraîchement entretenues par les éboulements.

Ferrachet. — C'est au lieu dit Ferrachet, entre Callosa et Guadalest, que se trouve un des gisements paléontologiques des plus intéressants de l'Éocène moyen; c'est le seul point où j'ai vu cet étage s'appuyant sur des Calcaires à Alvéolines. L'Éocène moyen qui bute par faille contre le Trias étant surtout constitué par des marnes qui ont glissé les unes sur les autres, il est impossible en ce point de relever une coupe détaillée. Les calcaires blancs à Alvéolines se voient quand on revient du gisement de Ferrachet à Callosa en longeant le rio de Guadalest qu'ils dominent au S.-O.

Je ne reviendrai pas sur le gisement de Almaceres où l'on ne peut relever de coupe suivie ainsi que je l'ai indiqué précédemment. Ce gisement est à une demi-heure à l'Ouest de Ferrachet.

Si l'on descend d'Almaceres vers Polop, on rencontre, vers Chirles. un lambeau de terrain crayeux, blanchâtre sans fossiles, très analogue à celui que l'on retrouve près de Alfàz et où l'on ne rencontre également aucun fossile. S'il est du même âge que ce dernier, il serait postérieur au Cénomanien inférieur à *Discoidea cylindrica* Ag.; je ne saurais préciser davantage son âge. La plus grande partie de la région qui s'étend à l'Ouest du chemin est recouverte par des brèches et des cailloutis jusqu'au barranco de Gulatchar et jusqu'à la masse montagneuse que termine à l'Ouest le Puig-Campana.

Quand on revient vers Callosa on retrouve le Trias en sortant du hameau de Chirles; les marnes irisées se montrent souvent recouvertes par des cailloutis. On ne rencontre pas d'autre terrain jusqu'au rio de Guadalest.

Au Nord, une masse puissante de calcaires blancs sépare Chirles du fond de Massalatava. Ces calcaires blancs, qu'il est fort difficile d'aborder, me semblent, d'après des blocs éboulés, appartenir aux calcaires à Alvéolines.

Les marnes irisées et les dolomies sont très développées d'ailleurs aux environs immédiats de Callosa; à l'Est, au Sud et à l'Ouest, de quelque côté que l'on se dirige on est sûr de rencontrer ce terrain. Ces marnes renferment de fréquents amas de gypse exploité pour la construction.

Si l'on se dirige à l'Est vers le rio Algàr, on voit presque en sortant de Callosa un calcaire sublithographique assez dur, feuilleté, marneux par places, gris clair, sans fossiles.

Un kilomètre plus loin environ, on entre dans les marnes irisées après être passé, en franchissant le barranco, auprès d'une masse de calcaire marmoréen bleu-noir veiné de spath et en plaquettes, semblable à celui de San José et probablement triasique.

Depuis ce point jusqu'au moulin de Algàr on ne cesse pas d'être sur les marnes irisées : le gypse y apparaît fréquemment ; on y voit une source peu abondante qui a le renom de posséder des propriétés purgatives très énergiques : cela permet d'en déduire l'existence probable de sels de magnésie ou de sels de soude. Cette source apparaît au-dessous du point où le sentier franchit la route en construction et redescend sur Algàr.

Près d'Algàr, il y a un gisement de charbon de terre que D. José Salva de Callosa a cherché à exploiter ; il est situé au milieu d'une marne brun-rouge qui semble faire partie également des marnes bariolées, bien qu'il n'y ait là ni gypse ni dolomies.

Sagarra et la sierra de Bernia ; Estrecho de Bolulla, défilé de Mascaral. — La sierra de Bernia s'étend à l'Est de Callosa, depuis l'Estrecho de Bernia jusqu'à la mer. Elle est constituée par des calcaires nummulitiques redressés presque à la verticale, et formant une muraille qui ne peut être franchie qu'au S.-E., au défilé du Mascarat. Elle bute à l'Ouest par faille contre les marnes bariolées du Trias ; cette région que je n'ai examinée que d'une façon sommaire m'a fourni les coupes 36 et 37, p. 126.

Près de l'Estrecho de Bolulla, les marnes bariolées gypseuses

viennent buter par faille contre l'Eocène. Ainsi qu'il a été indiqué plus haut, un peu plus au Sud, les calcaires éocènes donnent lieu à la gorge (estrecho) de Bernia au-dessus de laquelle s'élève la haute masse de la sierra de Bernia. Depuis ce point jusqu'à la gorge du Mascarat la sierra n'est plus interrompue. Sur le versant Ouest, au-dessous du Corral de Sagarra, le Nummulitique vient encore buter contre les marnes bariolées du Trias ; au-dessus, dans la montagne, et auprès du Corral de Sagarra, on voit les couches à *Nummulites complanata* (300 m.), surmontant de puissantes masses calcaires qui forment le premier contrefort du point culminant appelé Alto de Bernia. Ces couches sont composées de marnes et de bancs calcaires plus durs alternant plusieurs fois, très fortement inclinées, et plongeant vers le S.-O.

Au défilé du Mascarat, les couches sont presque redressées à la verticale et il est fort difficile de relever une succession, l'orientation des calcaires étant en ce point impossible à distinguer. Je ne puis que signaler l'existence de calcaires gréseux avec Nummulites et, de l'autre côté du défilé, de masses marno-calcaires bleu foncé qui ne m'ont fourni aucun fossile et qui paraissent en discordance de stratification avec les premiers.

San José; *Peña del Alguilef*. — La région située au S. et au S.-E. de Callosa est composée, en majeure partie, par les marnes bariolées gypsifères ; cependant, en quelques points, on observe des calcaires en plaquettes, notamment près du corral de D. José Salva. Ces calcaires, par analogie, me semblent correspondre aux couches analogues que je rapporte au Trias aux environs de Concentaina (barranco Riera). A San José, on trouve un affleurement de diabase ophitique ; ces affleurements ne sont point rares, d'ailleurs, dans la région. Plus au Sud, en effet, au lieu dit la Peña de los Alguilef (ou del Alguilef) (v. fig. 2, page 35), on voit une masse assez puissante de la même roche présentant dans ses fissures de nombreux minéraux. Cette diabase ophitique est en contact avec un calcaire bleu noir, marmoréen, veiné de spath, sans fossiles, très dur, et qui était exploité pour la construction du pont qui doit faire franchir le rio de Guadalest à la route en construction aux environs de Polop. Ce marbre est probablement triasique. De l'autre côté du filon il y a des marnes bariolées avec gypse ; ces couches ont subi des actions

métamorphiques sous l'action de la venue de la roche éruptive. A quelque distance, en effet, on trouve des bancs gypseux se délitant comme s'ils avaient subi l'action du feu ; ce phénomène est assez frappant pour être remarqué des gens du pays.

On trouve encore un pointement de roche éruptive avant d'arriver au rio de Guadalest, au S. de la Peña del Alguilef, sur le chemin de Callosa à Alfàz ; plus loin, dans les marnes, on voit une masse de gypse renfermant de nombreux cristaux de quartz bipyramidés et colorés en rouge par l'oxyde de fer.

En face de la Peña del Alguilef et au Sud, la rive droite du rio de Guadalest est encore formée par des marnes gypseuses, à la hauteur de la Nucia et de Polop ; quelques dépôts quaternaires s'observent sur les pentes.

Environs de Polop et de la Nucia.

Les environs de Polop et de la Nucia sont formés, en grande partie, par les marnes bariolées du Trias, notamment dans la partie qui avoisine le rio de Guadalest. Le calvaire de la Nucia et le cimetière de Polop sont construits sur deux collines calcaires que je crois pouvoir rapporter à l'Eocène bien que l'on n'y voie aucun fossile.

Entre la Nucia et Alfàz, à un quart d'heure environ de la Nucia, on voit un barranco creusé dans des calcaires marno-sableux, gris fumée, légèrement bleuâtres, avec *Hemiaster cf. minimus* Desor ; leur puissance atteint 100 m. Les couches relevées à la verticale y sont orientées N. 35° E. ; elles sont noduleuses vers le milieu et de couleur plus claire de chaque côté du ravin. Elles sont recouvertes par le Quaternaire et, en certains endroits, par de vrais faluns qui présentent le même caractère que les couches de l'Almujara dont elles sont la continuation ; par suite, elles doivent se rapporter à à l'Helvétien. Entre le village et la montagne les couches sont recouvertes par les brèches quaternaires.

Sierra de la Almujara. — La sierra de la Almujara sépare naturellement la région de la Nucia et Polop de celle d'Alfàz. Cette petite chaîne, peu importante au point de vue orographique,

est presque entièrement constituée par les calcaires helvétiens ; je ne reviendrai pas sur la coupe que j'ai indiquée en traitant du Miocène moyen de la province d'Alicante. Au pied de l'escarpement et en face de la sierra dont le profil est donné (fig. 41, p. 136), on voit des marnes blanches renfermant des blocs avec grosses Nummulites ; ces marnes sont subordonnées à des calcaires helvétiens à *Pecten*, et à la faveur d'une faille se trouvent en contact à l'O. avec les marnes bariolées du Trias : c'est ce qu'indique la fig. 42. Au Sud toute la région située au voisinage de l'Almujara est constituée par le Trias, recouvert en divers points par des alluvions quaternaires. La sierra de la Almujara est intéressante par le grand nombre de fossiles que l'on y rencontre en assez bon état de conservation.

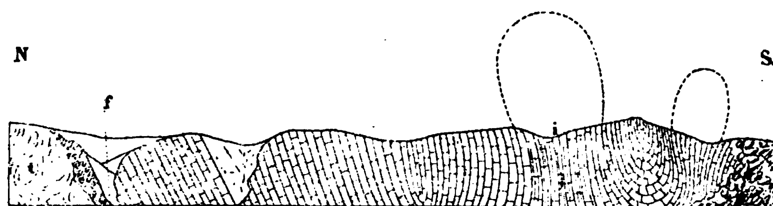
En se dirigeant plus au Sud, on arrive aux environs d'Alfàz ; là les terrains que l'on rencontre présentent une variété plus grande, mais en certains points la complication est extrême.

Environs d'Alfàz.

Quand on vient de Callosa à Alfàz par le chemin qui passe un peu au Sud de la peña de los Alguilef, on rencontre, à un quart d'heure environ au Nord du Tosal de la Caseta vieja, un monticule présentant vers le Sud des calcaires blancs crayeux, analogues à la craie à *Stegaster* des Foyes blanques, et plus au Nord des couches avec *Coraster Vilanovæ* Cott., *Brissopneustes Vilanovæ* Cott., *Isopneustes Heberti* Nickl., etc., en un mot la faune garumnienne si caractéristique des Foyes blanques. Plus au Sud les couches crayeuses sont inclinées N-45° O. et butent à l'Ouest contre les marnes bariolées du Trias avec cristaux de quartz bipyramidés. A l'Est, on rencontre, à 150^{m} environ, la partie haute du barranco Devesa. Les parois en sont peu fossilifères, mais sont néanmoins très intéressantes en ce qu'elles sont assez fortement ridées pour présenter dans l'espace de 100^{m} deux anticlinaux alternant avec deux synclinaux (fig. 58) ; en *ii*, on trouve un banc d'*Inoceramus cf. Cripsii* Mant, qu'accompagnent généralement les *Stegaster*. Toute cette masse semble identique aux calcaires crayeux des Foyes Blanques, par suite au Maëstrichtien ; ces calcaires orientés N. 45° O. plongent faiblement (15 à 20°) vers l'Ouest. L'orientation N. 45° O.

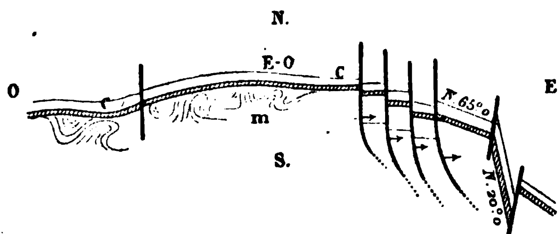
ne persiste pas quand on se dirige à l'Est, les couches y reprennent, en effet, la direction E. O. que l'on retrouve aux Foyes Blanques. Les derniers bancs que l'on observe au N. renferment quelques lits calcaires rose clair, mais toute cette partie est sans fossiles. Ces bancs butent contre la masse considérable de marnes irisées qui s'étend jusqu'au pied de l'Almujara. La faille qui, probablement, sépare le Crétacé du Trias, est masquée par une ravine dont les bords, du côté des marnes, sont tapissés d'éboulis actuels.

Fig. 58. — *Coupe du Barranco Devesa (partie haute).*



Un monticule de marnes bariolées gypseuses sépare la partie méridionale de la coupe précédente d'une éminence assez intéressante, appelée le *Tosal de la Caseta Vieja*, et constituée par des couches marneuses et calcaires plongeant fortement vers l'Est : ces couches ne renferment point de fossiles, mais sont probablement postérieures au Cénomanien inférieur à *Discoidea cylindrica* Ag. et *Holaster cf. nodulosus* Goldf. que l'on rencontre 150^m plus loin, près de la ferme Devesa.

Fig. 59. — *Crête du Tosal de la Caseta Vieja.*



Le sommet du monticule est formé par des bancs d'un calcaire compacte, dur, veiné de spath et de sidérose, légèrement saccharoïde. Il

surmonte des couches marno-gréseuses très friables qu'il n'a pas suivies entièrement dans leur ridement ; on voit, en effet, dans le chemin qui passe sur le sommet, les couches coupées obliquement par le chemin, présenter la disposition indiquée par la figure 59 et résultant probablement de la différence de plasticité des couches plutôt que d'une vraie discordance, car les calcaires sont eux-mêmes fissurés et subissent de nombreux rejets, ainsi que l'indique la figure, dont la bande hachée indique la crête du Tosal de la Caseta Vieja.

Je ne puis donner que bien peu de détails sur les couches gréso-marneuses du Cénomanien et du Gault de Devesa : les couches à Céphalopodes *Turrilites Hugardianus*, etc., se trouvent à deux minutes de Devesa, dans la direction du Tosal de la Caseta Vieja.

En continuant à monter, on trouve 100^m plus loin les couches à *Discoidea cylindrica*, *Holaster cf. nodulosus*, *Hemiaster* ; puis, plus loin, la crête calcaire ; si donc il n'y a pas de faille masquée par la culture dans l'intervalle, le calcaire que l'on trouve au sommet est postérieur aux couches à *Discoidea* ; peut-être est-ce là le représentant du Turonien. Je n'ai point retrouvé ces calcaires dans le barranco Devesa ; j'y ai rencontré, en revanche, les calcaires marno-gréseux du Gault supérieur avec *Brancoceras varicosum* Sow, etc.; la coupe (fig. 20, p. 75) montre la disposition de ces couches très disloquées dans cette région.

On voit dans cette coupe un pli faille, prélude d'une nouvelle série de dislocations. En descendant, en effet, au Sud, on trouve un pli couché replié lui-même ; cet accident n'a que quelques mètres de longueur, mais est tellement net que je crois devoir en donner une photographie (Pl. III). L'axe du plissement est orienté N. 80° O. Les couches plissées sont constituées par les calcaires blancs dont je n'ai pu déterminer l'âge ; si l'on descend au Sud, vers la mer, les affleurements crétacés disparaissent ; le barranco n'entame plus que le Quaternaire.

En revenant de l'affleurement du Gault supérieur vers Alfàz, on trouve encore dans le chemin (chemin d'Alfàz à Altea) quelques marnes gréseuses gris verdâtre avec *Desmoceras cf. Mayori* ; jusqu'à Alfàz presque tout est recouvert par le Quaternaire.

Foyes Blanques. — A l'Est du barranco Devesa s'étend une

masse assez considérable de calcaires crayeux blancs renfermant, vers leur partie supérieure, des Inocérames et des *Stegaster* surmontés par les couches à *Coraster*. Les couches inférieures qui butent par faille probablement contre les marnes irisées gypseuses ne renferment aucun fossile et peuvent être rattachées soit au même étage que les *Stegaster*, soit au Maëstrichtien, soit au Sénonien. Dans la partie la plus occidentale, on trouve des *Stegaster* assez nombreux, rarement bien conservés ; les couches sont assez fortement relevées, formant un angle de 5° avec la verticale et orientées sensiblement N. 70° E. Elles se prolongent jusqu'auprès du Tosal de Vives où elles disparaissent dans la plaine et sont recouvertes par les dépôts quaternaires et actuels.

Les couches garumniennes pétries de *Coraster* qui les recouvrent ont une inclinaison un peu plus faible : on ne les voit bien développées qu'à l'Ouest de la partie centrale. Des cultures ne permettent pas de constater ce qui sépare les couches à *Coraster Vilanovæ* des calcaires à Nummulites situés 20 mètres environ plus loin, au Sud, dans la région centrale. Ces calcaires ont en ce point une orientation différente des couches à *Coraster* : ils sont inclinés à 45° et orientés N-45°-E. Je n'ai pu vérifier si cette discordance est naturelle ou due à une dislocation.

Les marnes bleues sans fossiles les surmontent et offrent une grande épaisseur ; vers la partie supérieure, on trouve des calcaires noduleux qui couvrent le sommet du monticule nommé Cabeso de Salva : c'est dans ces calcaires que l'on rencontre vers le S. E. du monticule des Echinides de l'Éocène moyen, *Echinolampas silensis* de Lor., *Prenaster Alpinus* Desor, *Linthia Heberti*, Cott., *Schizaster Pyrenaicus* Mun. Ch., *Schizaster Samperi* Cott., etc...

En se dirigeant vers le Sud, on retrouve dans le vallon, les marnes sans fossiles ; ce vallon est bordé au Sud par un escarpement que recouvre au sommet le calcaire jaune à Nummulites, masqué par les brèches du Quaternaire.

Dans la construction des terrasses destinées à éviter la destruction des cultures par le ravinement des eaux, on rencontre fréquemment ce calcaire jaune. De ce point jusqu'à la mer, le sol est généralement recouvert de brèches quaternaires.

Voici d'ailleurs la coupe que l'on relève au Sud du Cabeso de Salva :

1 — Calcaire sableux jaunâtre N. 75° E. ;

2 — Marne blanche sableuse friable (8 à 10^m) orientée N. 75° E. ;

3 — Marnes verdâtres avec bancs jaunes orientés N. 70° E. plongeant au Sud sous un angle de 60° ;

4 — Calcaires pétris de Nummulites.

On m'a assuré avoir retrouvé au Sud des couches à Echinides identiques à celles du Cabeso de Salva ; je n'ai pu vérifier cette assertion.

A l'Est des Foyes Blanques se dresse un monticule connu sous le nom de Tosal de Vives constitué par les marnes et calcaires noduleux de l'Éocène. Ces derniers très fossilifères renferment la faune indiquée précédemment.

Il semble qu'on puisse distinguer un niveau supérieur caractérisé par la présence de *Prenaster Alpinus* Desor. ; ce niveau est moins fossilifère. Ces fossiles se trouvent surtout sur le flanc oriental où les calcaires noduleux ont roulé sur la pente ; il est possible qu'au-dessous de ces éboulis il y ait un affleurement danien, car j'ai ramassé en ce point *Brissopneustes Vilanovæ* Cott., *Coraster Vilanovæ* Cott., espèces essentiellement garumniennes, mais présentant à leur intérieur une gangue sableuse identique à celle des Foyes Blanques, et bien différente de la gangue calcaire des Échinides éocènes.

Une petite vallée de 2 kilom. de large, environ, sépare le Tosal de Vives des collines dominant Altea.

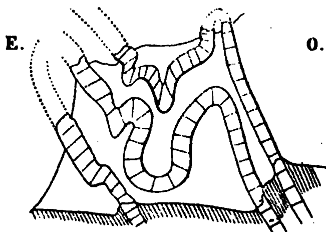
Environs d'Altea. — Toute la plaine qui s'étend au Nord d'Altea est constituée par les marnes bariolées gypsifères du Trias. J'ai déjà eu l'occasion de mentionner ce fait précédemment. Les collines dominant Altea sont tertiaires : le seul point où j'ai pu fixer l'âge avec précision est à l'Ouest sur le versant N. du Tosal de Rotes : j'y ai recueilli des fossiles de l'Eocène moyen.

Ces couches butent contre les marnes bariolées du Trias qui constituent toute la plaine au Nord, et que l'on retrouve encore au fond de la vallée qui sépare le Tosal de Rotes du Tosal de Vives et des Foyes Blanques.

Sierra Helada. — La Sierra Helada appartient entièrement au Crétacé inférieur : elle semble ne renfermer que de l'Aptien. Elle est constituée par des couches fortement inclinées au N.-O. et coupées brusquement au S.-E. par un escarpement vertical dépassant 150 mètres de hauteur en certains points et plongeant profondément dans la mer. Elle forme une presqu'île, reliée au continent par une plaine recouverte de brèches quaternaires. Les ravines qui sillonnent le flanc N.-O. de cette petite chaîne débutent d'une façon très régulière chacune par un véritable cirque à parois très abruptes. De loin ce phénomène se manifeste, surtout au soleil couchant, par un aspect d'une régularité remarquable, donnant à ces petits cirques l'aspect de cratères échancrés : mais l'illusion cesse lorsqu'on se rapproche et qu'on les examine de près. La pointe N.-E. de la Sierra Helada est le cap d'Albir où de Verneuil signalait en 1852 la présence du Néocomien. En effet, au-dessous du poste de carabiniers situé un peu au Sud du lieu où était la ville romaine d'Albir, les couches fortement inclinées plongent dans la mer. Elles sont composées de calcaires marneux plus ou moins durs. La désagrégation a donc été très variable, et l'on voit des bancs plongeant fortement au Nord se prolonger à 10 ou 15^m dans la mer. Ce phénomène se répétant assez régulièrement sur une centaine de mètres de longueur donne à la côte un aspect très particulier. On relève en cet endroit la partie supérieure de la coupe d'Albir, (v. fig. 11, p. 62). Cette coupe est difficile à examiner, il faut que la mer soit très calme car bien des points seraient absolument infranchissables : la côte forme d'ailleurs dans cette partie une falaise de 20^m de hauteur environ. On ne peut continuer à examiner à pied la suite de la coupe au bas de la falaise car les roches plongent dans la mer verticalement : mais en montant sur les flancs de l'extrémité N.-E. de la Sierra Helada, par le chemin qui mène au phare d'Albir, on relève le reste de la coupe. La pointe S.-O. de la Sierra Helada près de Benidorm présente une composition analogue à celle d'Albir ; les couches à Echinides manquent ou plutôt ne sont pas visibles, le bord de la mer étant occupé par une plage sableuse ; mais en revanche les calcaires à Orbitolines y ont une puissance considérable. Les couches sont orientées N. 55° E. C'est la direction générale de la Sierra.

Région située à l'Ouest d'Alfàz. — Les gisements intéressants sont également nombreux à l'Ouest d'Alfàz : d'abord à 100m à peine d'Alfàz dans le barranco qui coule à l'Ouest du calvaire d'Alfàz, on voit des marnes roses et vertes azoïques fortement inclinées reposer sur les couches à *Coraster Vilanovæ*. Ces marnes vertes et roses sont probablement postérieures au conglomérat calcaire à *Coraster*. On ne peut d'ailleurs confondre leur couleur rose clair avec la couleur lie de vin et violette des marnes triasiques. Les couches sont orientées N. 45° O., le plongement est au S.-O, de 55°. En remontant le barranco jusque vers son origine, on voit qu'il traverse presque constamment les calcaires blancs crétacés toujours très fortement plissés. Le point où l'on voit les calcairos à *Coraster Vilanovæ*, est au confluent même de ce barranco avec le barranco de Carbòneras. Ces deux cours d'eau sont d'ailleurs souvent à sec : le rio de Carboneras coule au milieu des calcaires blancs schisteux très fortement plissés ; la figure ci-jointe en montre un exemple :

Fig. 60. — *Coupe prise dans le Rio Carboneras.*



Vers le milieu, on voit des couches que l'on doit probablement rattacher au Gault : les bancs inclinés de 75° sur l'horizontale plongent vers le Sud et sont orientés N. 70° O. Ces deux cours d'eau ont leur source dans les marnes bariolées du Trias.

C'est d'ailleurs un fait général à remarquer pour tous les cours d'eau de cette région : leur partie haute traverse une bande de Trias qui semble s'étendre au pied de Puig Campana du N.-E. au S.-O. On ne peut la voir que dans les lits profonds des rivières ; partout ailleurs elle est masquée par les brèches et les éboulis. Ces barrancos aux parois abruptes dépassent par endroits 40 mètres de profondeur, notamment celui qui porte sur la carte de Coello le nom de barranco Hondo (profond) et qui justifie très bien son nom.

Le barranco Hondo traverse également les marnes bariolées gypsifères dans la partie haute, puis entre dans des calcaires marneux blancs que j'ai généralement marqués sous le nom de Crétacé indéterminé. Plus bas, quand on arrive dans la partie inférieure connue sous le nom de barranco de Soler, on voit un affleurement de couches à *Coraster Vilanovæ* Cott. fortement plissé et entouré de toutes parts par les marnes bariolées vertes et rose-clair que je range dans le Garumnien.

Un peu plus au Sud, on trouve des bancs épais d'un grès dur, résistant, séparés par des lits marneux avec Orbitolines et Encrines présentant une grande analogie avec les couches à Orbitolines de la *Serreta Negra*: ces couches semblent pouvoir se rapporter à l'Aptien. On y relève la coupe suivante :

1° — 3 ou 4 mètres d'une marne gris-jaune, avec *Orbitolina discoidea* A. Gras et des Encrines à la partie supérieure ;

2° — Grès dur gris jaune, 1^{m}.

3° — Marne bleue sans fossiles (10 à 15^{m}), dure par places, se délitant en d'autres points.

Le grès est orienté N.-45° O. Il plonge au Sud sous un angle de 45°.

En descendant plus au Sud on arrive près du gisement du Gault supérieur du Saltet. La coupe 18 montre qu'en ce point les couches sont moins disloquées que dans la région Nord : la coupe du Saltet (v. fig. 18) semble donner une indication sur l'âge de ces calcaires blancs compactes que l'on trouve en bancs épais formant la tête du Tosal de la Caseta Vieja. Ici, en effet, ils sont compris entre le Gault et les couches crayeuses à Inocérames (couches à *Stegaster*), sans discordance apparente. Ils sont donc postérieurs au Gault supérieur et inférieurs au Maëstrichtien. Quant aux calcaires blancs, schisteux, que l'on voit partout fortement plissés, on les trouve un peu plus loin dans le barranco de la Foya Muñera parallèles aux couches du Gault supérieur. Elles leur semblent postérieures, d'après les coupes du barranco de Ronda et du Tosal de la Caseta Vieja.

Foyes Rieras. — C'est le nom donné à deux monticules éocènes où l'on trouve les couches à Échinides du Cabeso de Salva, etc... Ces couches plongent au Nord et sont orientées N. 30° O.

Si l'on remonte au Nord jusqu'à la route en construction entre

Benidorm et Callosa, on voit, au point où elle franchit le barranco de la Foya de Muñera, une excavation montrant les marnes éocènes recouvertes par les poudingues et les sables quaternaires.

Environs de Benidorm. — Du barranco de la Foya de Muñera à Benidorm, les cailloutis ne sont interrompus que par le barranco Derramador au fond duquel on voit encore ces calcaires blancs que je rattache au Crétacé.

C'est également dans ces calcaires qu'est creusé le barranco qui contourne la Sierra de la Cortina et qui va tomber dans la mer de l'autre côté de Benidorm, après avoir traversé des couches gréso-marneuses vert foncé sans fossiles. Au-delà, à 100m à peine de la mer, on trouve l'Éocène moyen bien fossilifère.

V. RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

Avant de résumer les faits exposés dans ce travail, il me paraît utile de rappeler que la région montagneuse dont j'ai cherché à indiquer la structure dans sa partie orientale, a été désignée par M. de Botella y de Hornos sous le nom de Cordillère Bétique (dépendance nord de la Sierra Betica) et correspond au prolongement vers l'Est de la zone subbétique, telle que l'ont définie MM. Bertrand et Kilian en Andalousie.

Cette zone est composée, vers l'Est, d'un grand nombre de chaînons orientés O. S. O. — E. N. E., dont la direction coïncide avec celle du ridement prédominant (1) de la province d'Alicante et celle de la bordure méridionale du plateau central de l'Espagne (*Meseta*), c'est-à-dire de la grande faille limitant au Nord la vallée du Guadalquivir. C'est de la fin de l'époque primaire que date l'affaissement de cette longue bande qui, comprise entre les massifs anciens de la Meseta et de la Chaîne Bétique, s'étend de l'Andalousie au cap Saint-Antoine.

L'étude des faunes secondaires et tertiaires montre que (2), depuis le Trias jusqu'à la fin du Crétacé, les courants alpins orientaux ont pénétré jusqu'en Espagne; cette observation, qui s'applique particulièrement à la région étudiée dans ce travail, semble également pouvoir être étendue à une partie de l'Eocène.

Lors du Trias, les faciès alpins à *Trachyceras* et à Daonelles semblent être restés un peu à l'Est et au Nord (Baléares, prov. de

(1) Les plis orientés N.-S. que l'on rencontre quelquefois, mais plus rarement, peuvent être considérés comme le prolongement de la zone plissée qui occupe la bordure orientale de la Meseta, à l'Est de Cuenca.

(2) M. Munier-Chalmas (ee).

Tarragone) et les dépôts de lagunes (marnes bariolées) paraissent prédominer.

Au contraire, pendant le Jurassique, on rencontre les faciès alpins jusqu'en Andalousie ; dans la province d'Alicante, le Calcareo ammonitico rosso de Crevillente (d'Archiac) et les couches à *Perisphinctes eudichotomus* de Foncalent en sont des exemples. Toutefois la variabilité des dépôts du Jurassique inférieur, et la constance avec laquelle le Jurassique supérieur paraît exister dans la zone Subbétique rend possible l'hypothèse d'une transgression de ce dernier groupe sur le premier, hypothèse qui, d'ailleurs, reste encore à vérifier.

Le Crétacé, dont l'étude est l'objet principal de ce travail, est remarquablement développé dans la province d'Alicante. Le Néocomien inférieur, qui paraît ne pas exister dans le Nord de la péninsule, présente à la base une faune analogue à celle du Jura et du Portugal ; plus tard, au contraire, à la partie supérieure du Valenginien et dans le Hauterivien, les formes alpines reparaissent ; cette ressemblance avec les dépôts analogues des Alpes françaises se poursuit dans le Barrêmien où une faune des plus riches en Céphalopodes révèle des formes communes non seulement avec le Tyrol et le Midi de la France, mais avec l'Algérie et l'Amérique méridionale. Après l'Aptien dont la faune de Céphalopodes a beaucoup de formes communes avec celle des Alpes françaises, vient le Gault dont les faciès vaseux et à Rudistes présentent une grande analogie avec ceux des Pyrénées ; le second de ces faciès semble avoir en Espagne une extension considérable.

Le Cénomanien repose sur le Gault en concordance de stratification. M. Ficheur a signalé, en Kabylie, un fait analogue. Le Cénomanien est d'ailleurs bien caractérisé à sa partie inférieure par *Discoidea cylindrica* et par *Amm. inflatus*, plus rare, mais qui se rencontre cependant dans la province d'Alicante.

Si le Turonien et la majeure partie du Sénonien semblent n'avoir pour équivalents que des dépôts sans fossiles dans la province de Valence et la province d'Alicante, c'est cependant à ces étages qu'il faut probablement rattacher les calcaires à *Hemiaster* de la Sierra Magina (prov. de Jaën).

Avec le Sénonien supérieur reparaissent des dépôts fossilifères

déjà très différenciés et constitués tantôt par des poudingues ou des sables à Echinides, tantôt par des dépôts vaseux à Céphalopodes.

Ce double faciès persiste pendant le Maëstrichtien. Comme dans le Sénonien, c'est toujours vers le Nord de l'extrémité orientale de la zone subbétique que ces dépôts sont sableux et renferment des poudingues que l'on peut considérer peut-être comme l'indice du voisinage d'un littoral. Les calcaires crayeux de la base de cet étage renferment des formes que l'on retrouve dans les Pyrénées et dans los Balkans (*Stegaster*) ; le faciès gréso-calcaire présente dans des localités peu éloignées des *Hemipneustes*, les uns pyrénéens, les autres africains.

Le Garumnien, dans la province d'Alicante et la province de Jaën, est caractérisé par des formes orientales (*Coraster* et *Austinocrinus*). Au-dessus apparaissent les dépôts lagunaires qu'il faut considérer probablement comme l'équivalent des dépôts à *Lychnus* si développés en Catalogne et en Provence.

Les couches paraissent concordantes dans la Sierra Mariola, depuis le Tithonique jusqu'à l'Eocène ; cependant il faut remarquer que ce dernier groupe si développé en Catalogne et dans la province d'Alicante semble faire défaut sur toute l'étendue du territoire qui s'étend entre ces deux régions. L'hypothèse de l'émersion de ce territoire est d'ailleurs rendue probable par la fréquence des poudingues au Nord de la province d'Alicante pendant la fin du Sénonien et le Maëstrichtien ; — par l'existence des faciès lagunaires qui terminent le Garumnien et forment la base de l'Eocène ; et par leur développement progressif quand on s'avance de la Marina vers le Nord.

Il convient d'ailleurs de rappeler qu'en Andalousie « une discor- » dance complète sépare les couches nummulitiques des couches » secondaires, et que la mer éocène s'est avancée en golfes irré- » guliers et profondément découpés au milieu d'une région déjà » accidentée, où les roches cristallines et même les calcaires » jurassiques formaient des îles et des promontoires nombreux. » (MM. Bertrand et Kilian (**46**[bis]).

Il faut rappeler aussi que de Verneuil cite, dans la province de Murcie, des exemples de calcaires nummulitiques reposant sur le Jurassique (Sierra de España). Bien que je n'aie pas eu occasion

d'observer dans la province d'Alicante de faits analogues à ceux indiqués par MM. Bertrand et Kilian, et par de Verneuil, il est néanmoins probable que, malgré la concordance observée dans la Sierra Mariola, il y a eu, lors de l'Eocène, dans la province d'Alicante, une accentuation faible, mais réelle, du ridement auquel est due l'émersion de la province de Valence et du Sud de l'Aragon. La discordance d'Alfàz, qu'il est plus prudent de ne considérer actuellement que comme l'effet d'un phénomène de dislocation, devra peut-être s'y rattacher.

Dans les lagunes qui couvraient la région située à l'Est d'Alicante (Marina), lors de l'Eocène moyen, s'est développée une riche faune d'Echinides renfermant des formes alpines, et en certains points des espèces de l'Eocène de l'Inde.

Après l'Oligocène au sujet duquel je n'ai pu faire aucune observation, le Miocène inférieur a recouvert en transgression les étages précédents : on le voit, en effet, reposant en discordance angulaire, tantôt sur l'Eocène, tantôt sur le Crétacé (Maëstrichtien, Aptien, etc.). A cette époque, la communication de la Méditerranée avec l'Atlantique se faisait encore par la zone Subbétique et la vallée du Guadalquivir.

Vers la fin du Miocène inférieur, le ridement diminue, les faciès lagunaires s'établissent dans le fond des vallées, et l'émersion définitive qui se produit lors du Miocène supérieur a pour témoins les dépôts lacustres d'Alcòy.

Après l'émersion de la zone subbétique, les phénomènes de destruction donnent naissance aux cailloutis et aux brèches qui revêtent les pentes et où l'on recueille des espèces actuelles.

VI. PARTIE PALÉONTOLOGIQUE.

Je me propose, dans cette partie paléontologique, de décrire quelques types du Crétacé et de l'Éocène du Sud-Est de l'Espagne (province d'Alicante et province de Valence), ou de donner seulement quelques détails sur les espèces qui sont déjà connues dans d'autres régions. Ces espèces ont surtout un intérêt stratigraphique ; j'y joins cependant la description d'un petit groupe de *Mortoniceras*, formes assez rares, et qui, par suite, sont plutôt intéressantes au point de vue paléontologique.

MORTONICERAS, Meek 1876.

En créant, en 1875, le groupe des *Schlœnbachia*, Neumayr avait en vue presque toutes les espèces crétacées pourvues d'une carène. Le nom de *Mortoniceras* proposé par Meek l'année suivante pour une section de ce groupe, section dont *Amm. Texanus* Rœm. serait le type, n'avait pas été généralement adopté. L'étude des cloisons des Ammonites faite au point de vue du rôle qu'elles peuvent jouer en classification a conduit M. Douvillé, en 1890, à proposer la division des *Schlœnbachia* en deux groupes :

1° L'un qui conserverait le nom de *Schlœnbachia* et qui serait caractérisé par l'existence dans la cloison d'un premier lobe latéral nettement trifide dès le jeune âge, et offrant une certaine analogie avec celui des *Hoplites* : le type en serait *Amm. varians* Sow.;

2° L'autre dont les cloisons beaucoup plus simples se rapprocheraient de celles des Cératites de la Craie, et notamment de celles

des Pulchelliidés. Ce groupe auquel se rattache *Amm. inflatus* Sow. serait celui des *Mortoniceras* et aurait *Amm. Texanus* Rœm. pour type. C'est également parmi les *Mortoniceras* que l'on doit ranger *Amm. Noueli* Orb. sp.

Au milieu de l'immense quantité de Céphalopodes du Néocomien inférieur de la province d'Alicante, j'ai recueilli quelques formes carénées parfaitement conservées qui, tant par leurs cloisons que par leurs ornements, se rapprochent naturellement des types de ce deuxième groupe.

Avant d'aborder la description de ces *Mortoniceras*, il convient de faire, au sujet de la carène, une remarque qui s'applique également à certaines *Schlœnbachia*.

Cette carène, toujours considérée comme lisse, est le plus souvent ornée, chez le jeune, de petites ondulations correspondant à la jonction des côtes, et donnant lieu, dans certains cas, à une carène cordée analogue à celle des *Amaltheus, Cardioceras*, etc.

C'est l'aspect que présentent de jeunes *Schlœnbachia* du Gault à premier lobe latéral trifide. M. Munier-Chalmas, qui me les a obligeamment communiqués, a attiré mon attention sur la présence d'une carène cordée persistant jusqu'à 20 millimètres de diamètre.

En examinant les jeunes de *Mortoniceras* du gisement de la Querola, j'ai constaté le même fait jusqu'à 8 millimètres de diamètre chez *M. Gaudryi*. Dès lors, chez *M. Fischeri* la présence d'une carène cordée persistant plus longtemps semble pouvoir s'expliquer par analogie.

Mortoniceras Gaudryi n. sp.

(Pl. VII, fig. 1-3 ; Pl. VIII, fig. 1).

Les échantillons qui servent de types à cette espèce ont été recueillis dans les couches à *Hoplites neocomiensis* Orb.; ils présentent le fait remarquable d'être très voisins d'une forme du Sénonien *Amm. Noueli* Orb. sp. Ceci montre combien certains *Mortoniceras* ont peu évolué depuis le Néocomien jusqu'au Sénonien. Ils sont très aplatis et ont des tours très peu embrassants.

Les côtes n'existent chez le jeune qu'à l'état de faibles ondula-

tions. Elles n'apparaissent réellement que plus tard (diam. 6 millim., 3e tour de spire). Elles recouvrent alors toute la surface des flancs ; elles sont droites, partent de l'ombilic, s'épaississent sur le bord ombilical de façon à former un tubercule généralement peu accentué et traversent les flancs presque normalement à la spire ; elles sont aplaties et s'effacent dans la région médiane des flancs ; vers le bord externe, elles deviennent plus saillantes et donnent de nouveau naissance chacune à un tubercule situé sur le bord externe.

Ces côtes sont simples. Quand elles ne sont pas encore falciformes, elles présentent une disposition spéciale qu'on peut expliquer en considérant les côtes comme des raccords entre les tubercules internes ombilicaux et externes ventraux. Il arrive, en effet, que les tubercules ombilicaux sont inférieurs en nombre aux tubercules ventraux. Pour que les côtes restent à peu près normales à la spire, il est nécessaire que de temps en temps un tubercule ombilical corresponde à deux tubercules ventraux : c'est ce que l'on voit pendant un demi-tour de spire environ, après l'apparition des côtes : une série de côtes simples, puis une côte bifurquée en apparence. Un peu plus loin, le passage se fait graduellement, de telle sorte que deux ou trois tubercules ombilicaux successifs sont reliés par des côtes indécises au milieu des flancs, à trois ou quatre tubercules ventraux, d'où une série de zigzags analogues à ceux que j'ai signalés chez *Holcodiscus diverse-costatus* (72). Plus tard, les côtes deviennent falciformes et présentent assez régulièrement deux tubercules ventraux pour un ombilical ; d'où une série de côtes bifurquées en apparence, en réalité, côtes simples se réunissant au tubercule ombilical. Dans tous les cas, les côtes, après être arrivées aux tubercules externes, se courbent fortement en avant, venant se fondre et se raccorder avec les bords des sillons.

La carène est tuberculée chez le jeune ; elle devient lisse vers le 4e tour de spire. Cette carène est bordée de deux sillons, s'approfondissant avec l'âge, au moins jusqu'au 6e tour de spire : je n'ai pu observer de plus grands échantillons. Elle dépasse le bord externe.

La section du dernier tour est de forme rectangulaire, plus haute qu'épaisse, à flancs bien parallèles, très légèrement arrondis vers l'angle supérieur.

Les cloisons sont peu compliquées, leur nombre varie de 11 à 13 par tour. Le lobe externe se termine par deux branches symétriques et se prolonge au niveau de la partie inférieure du premier lobe latéral.

Le premier lobe latéral a, chez le jeune surtout, une grande analogie avec celui des Pulchelliidés; il est arrondi d'abord, et présente souvent, quand les dentelures secondaires ont apparu, le fait bizarre d'offrir une terminaison, paire à droite, impaire à gauche.

Les selles sont plus arrondies, moins dentelées que les lobes; la première selle latérale est très large, quatre à cinq fois plus large que le premier lobe latéral; elle est symétrique et présente à son sommet un petit lobe latéral médian.

La deuxième selle latérale est un peu plus large seulement que le premier lobe latéral; elle est arrondie, échancrée au sommet, de forme spatulée.

Fig. 61. — Cloison correspondant à un diamètre de 4mm. Grossissement 7 fois. 4me tour (?) à partir de l'ovisac.

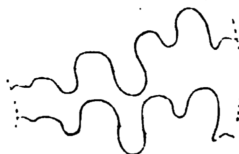


Fig. 62. — Cloison correspondant à un diamètre de 16mm. Grossissement 7 fois.



DIMENSIONS DE DEUX EXEMPLAIRES.

Grand diamètre		6mm	18mm 1/2
Diamètre de l'ombilic		2mm	9mm
Section du dernier tour	Hauteur	2mm 1/2	6mm 1/2
	Épaisseur	1mm 3/4	4mm
	Hauteur de la partie rentrante	1/5 environ	1mm
Nombre de cloisons par tour		13	11
Nombre de tours à partir de l'ovisac		du 3e au 4e tour.	du 5e au 6e tour.

Localité et gisement. — Couches à *Hoplites neocomiensis* Orb. de la Querola, près Concentaina (province d'Alicante).

Mortoniceras Fischeri, n. sp.

(Pl. VII, fig. 11; Pl. VIII, fig. 2)

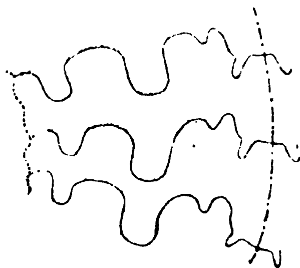
Cette espèce se distingue très facilement des autres *Mortoniceras* par son aspect général qui rappelle à première vue celui des *Amaltheus*. Le caractère le plus saillant est une carène tuberculée qui, sur des échantillons de 18 millimètres de diamètre, conserve nettement ses caractères et n'a pas de tendance à devenir lisse comme chez les autres *Mortoniceras* que j'ai recueillis à la Querola.

Les tubercules de la carène sont petits et un peu plus nombreux que les côtes. La carène n'est point bordée par deux sillons, comme chez *Mortoniceras Gaudryi*, mais les côtes s'interrompent avant de l'atteindre, laissant deux bandes à peu près lisses.

Les côtes sont toujours simples, falciformes. Elles s'inclinent légèrement en avant dans la région ombilicale, se redressent, puis s'inclinent fortement en avant dans la région externe. Le bord externe des flancs est d'ailleurs le lieu où elles sont le plus saillantes.

L'ombilic est large, les tours ne sont presque pas embrassants. La section du dernier tour est subcarrée, aussi haute que large; la partie rentrante est pour ainsi dire nulle; la carène est nettement saillante.

Fig. 63. — Cloisons correspondant à un échantillon de 11mm de diamètre. Grossissement 9 fois environ.



Les cloisons sont peu compliquées. La première selle latérale offre un petit lobe médian à son sommet et une petite saillie du côté

externe, à demi-hauteur de la selle. Les autres selles très arrondies ne présentent pas de dentelures. Le premier lobe latéral sans dentelures visibles, est arrondi et subcarré à la partie inférieure.

Les exemplaires recueillis à la Querola sont de petite taille ; le mieux conservé mesure 12 millimètres de diamètre ; le diamètre de l'ombilic est de 4mm. Dans la section du dernier tour, la hauteur a 4 millimètres 3/4 et l'épaisseur 4. La carène fait saillie d'environ 3/4 de millimètre ; l'échantillon présente de 20 à 25 cloisons dans le dernier tour.

Gisement: Néocomien inférieur de la Querola, près Concentaina (province d'Alicante).

Mortoniceras Vilanovæ, n. sp.

(Pl. VII, fig. 7 ; Pl. VIII, fig. 3).

Un caractère saillant permet de distinguer facilement cette espèce de *M. Gaudryi*: la présence de gros tubercules à l'ombilic. Le phragmostracum est aplati, moins cependant que chez *Morton. Gaudryi*, et la carène est bordée par deux sillons.

Les tubercules, très gros, lisses, peu élevés, sont séparés par des côtes simples, situés sur le bord ombilical et donnent naissance à des côtes fasciculées.

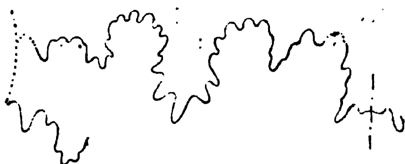
Les côtes, fortement accusées dans la région externe, s'atténuent dans la région ombilicale. La section du dernier tour de spire est plus haute que large ; elle est trapézoïdale, les flancs étant plus écartés l'un de l'autre vers l'ombilic que dans la région externe.

Cette forme est un peu plus épaisse et à tours moins embrassants que *M. Gaudryi*. En voici, d'ailleurs, les dimensions : le diamètre mesure 26 millim. ; le diamètre de l'ombilic 8mm 1/2 ; dans la section du dernier tour, la hauteur a 10 millimètres, l'épaisseur 8, la hauteur de la partie rentrante 2. Le dernier tour est le 5e ou le 6e à partir de l'ovisac ; il porte 6 tubercules et de 12 à 14 cloisons.

Les cloisons sont peu découpées ; les selles sont plus arrondies que les lobes. La première selle latérale est très large, divisée au sommet par un lobe médian ; la largeur de la deuxième selle latérale est à peu près la moitié de la largeur de la première selle latérale. Les lobes sont assez découpés ; les ramifications latérales du

lobe externe nettement prolongées. Le premier lobe latéral symétrique présente une terminaison impaire et se prolonge un peu plus bas que l'extrémité inférieure du lobe externe. Comme chez les autres *Mortoniceras*, les lobes ne sont pas identiques à droite et à gauche.

Fig. 61. — Cloison de *M. Vilanovæ* correspondant à 13mm de diamètre. Grossissement 5 1/2



Gisement: Marnes sableuses à *Hoplites neocomiensis* de la Querola, près Concentaina (province d'Alicante).

Mortoniceras Garciæ, n. sp.

(Pl. VII, fig. 8-9; Pl. VIII, fig. 4-5).

Avec les espèces précédentes, on rencontre fréquemment une forme voisine de *M. Gaudryi* ; elle en diffère par la croissance plus rapide de sa spire, sa carène plus saillante, son ombilic plus étroit. Elle rappelle par son ornementation *Mortoniceras Texanum* Rœm., le type du genre.

La carène lisse, au diamètre de 12 millimètres, doit être probablement tuberculée chez le jeune ; elle présente, en effet, en quelques points, des ondulations qui semblent être des vestiges de tubercules.

Les côtes droites, peu nombreuses, normales à la spire, naissent à l'ombilic, puis se dirigent fortement en avant dans la région externe ; un sillon les sépare de la carène. Elles sont plus ou moins effacées dans la région des flancs. Certaines variétés présentent des côtes plus nombreuses.

Les tubercules sont peu développés et font souvent défaut au pourtour de l'ombilic. Dans la région externe des flancs, ils limitent les sillons ventraux et sont situés au point où les côtes commencent à se diriger en avant.

Le jeune paraît être lisse comme celui de *M. Gaudryi.*

Les *cloisons* (1) présentent, chez le jeune, l'aspect de cloisons de Pulchelliidés, avec une première selle latérale très large. Une cloison figurée (fig. 66) montre une structure analogue à celle de *M. Gaudryi* et présente, comme cela se voit fréquemment chez les Pulchelliidés, un premier lobe latéral terminé à gauche par deux lobules, à droite par trois.

Fig. 65.— Cloisons d'un individu jeune, de 10mm de diamètre. Grossissement : 5 diamètres.

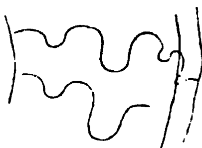
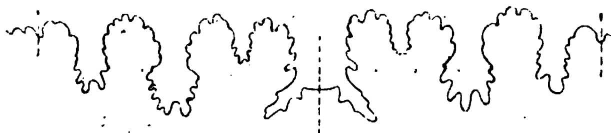


Fig. 66.— Cloison d'un échantillon de 20 à 30mm de diamètre. — Grossissement: 4,7.



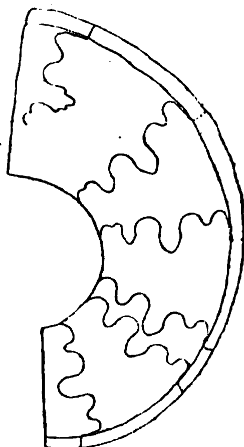
Il semble que les cloisons les plus développées aient, dans certains cas, une tendance à se trilober dans le premier lobe latéral, mais ce n'est pas, à vrai dire, une trifurcation comme celle que l'on observe chez *Schlœnb. varians*. Cependant, je crois devoir signaler cette anomalie.

(1) Les figures 64 et 66 ont été obtenues en raccordant une série de photographies des diverses parties de la cloison. Ces photographies ont été faites à un grossissement de 14 diamètres, puis l'ensemble de la cloison, repassé au trait, a été réduit et reproduit en photogravure.

Pour être sûr d'obtenir la photographie de toutes les parties d'une cloison avec un grossissement identique, le procédé le plus simple consiste à ne pas faire varier le tirage de la chambre noire pendant la durée des opérations pour une même cloison, et à mettre au point en approchant ou en éloignant l'objet.

Ce procédé donne des figures plus exactes que celles que l'on obtient par le dessin à la chambre claire.

Fig. 67.— Cloisons d'un individu de 12mm 1/2 de diamètre. — Grossissement : 4,7.



La section du dernier tour est subrectangulaire, environ deux fois plus haute qu'épaisse. Pour un diamètre de 11 millimètres 1/2, le diamètre de l'ombilic est de 4 millimètres ; la hauteur de la section est de 4 millimètres, l'épaisseur 3 ; le dernier tour renferme 11 cloisons.

Mortoniceras Stevenini, n. sp.

(Pl. VII, fig. 5 et 6; Pl. VIII, fig. 6).

Les échantillons que j'ai recueillis sont presque lisses ; à un diamètre de 12 millim., ils semblent avoir très peu évolué, et n'offrent à leur partie externe que quelques traces de côtes fortement dirigées en avant Les côtes sont bien plus nombreuses que dans l'espèce précédente. La carène est fortement saillante, les sillons qui la limitent sont faiblement marqués. Elle est représentée Pl. VII, fig. 5, et Pl. VIII, fig. 6. Un de ces individus m'a présenté un exemple de cloisons sécantes : les selles étant spatulées se coupent nécessairement dans la partie la plus saillante latéralement ; en sorte que les lobes et les selles paraissent être à l'état de tronçons isolés. Un point surtout est à remarquer, c'est la rencontre de la partie latérale

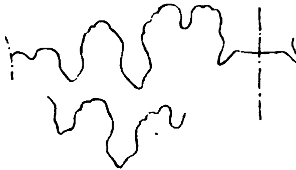
externe antérieure de la première selle latérale et de l'extrémité inférieure du lobe externe.

En résumé, peu de groupe d'Ammonites ont des cloisons se coupant aussi complètement.

Fig. 68. — Cloisons sécantes d'un échantillon lisse de $9^{mm}\,{}^1/_2$ de diamètre. Grossissement : 8 diamètres.



Fig. 69. — Cloisons d'un échantillon de 11^{mm} de diamètre. — Grossissement : $5\,{}^1/_2$.



Localité et gisement : Cette espèce se trouve dans les couches à *Hoplites neocomiensis* Orb. de la Querola près Concentaina (prov. d'Alicante).

Mortoniceras Vidali, n. sp.

(Pl. VII, fig. 10; Pl. VIII, fig. 7)

Les individus qui ont servi de types à cette description s'éloignent beaucoup des formes précédentes : la forme est plus épaisse, les tubercules disparaissent complètement ; l'ombilic est moyennement développé.

Les ornements consistent en une carène peu saillante, limitée par deux sillons très accusés, et en côtes falciformes, fasciculées, plus accentuées et amincies sur la région externe que sur la région ombilicale des flancs, bien qu'elles semblent naître de renflements dans la région ombilicale. Le jeune paraît être lisse.

La section du dernier tour est subcarrée, d'épaisseur presque égale à la hauteur.

Le plus grand échantillon que je possède a 11 millimètres de diamètre ; le diamètre de l'ombilic est de 4 mm.; dans la section du dernier tour la hauteur est 4 mm. 1/4 ;— l'épaisseur 4 ;— la hauteur de la partie rentrante 1/2.

Les cloisons (1) présentent, plus encore que dans les formes précédentes, l'aspect des cloisons des Cératites de la Craie : l'extrémité inférieure du premier lobe latéral est terminée par des dentelures très régulières. La première selle latérale est divisée en deux par un petit lobe auxiliaire.

Localité et gisement : Couches à *Hoplites neocomiensis* ou couches à *Desmoceras difficile* de la Querola près Concentaina (prov. d'Alicante.

Rhabdocidaris Salvæ, n. sp.

(Pl. X, fig. 4, 5, 6).

A la partie inférieure des couches à *Hopl. neocomiensis*, on recueille en abondance des radioles de *Rhabdocidaris*. Ces radioles sont de grande taille. Les uns épais, courts, cylindriques ou légèrement coniques, présentent dans ce cas la plus petite épaisseur vers la collerette, et offrent une section circulaire ou ovale ; — les autres sont allongés, de grosseur moyenne, cylindriques ou légèrement coniques ; la plus grande épaisseur se trouve cette fois vers la collerette ; ces radioles tendent généralement à s'aplatir légèrement suivant trois faces.

Toute la surface est couverte de granulations de deux ordres : les unes plus grosses, disséminées çà et là sans ordre apparent, les autres, plus fines et beaucoup plus nombreuses, remplissant tous les interstices.

Ces granulations couvrent toute la surface des radioles jusqu'à leur base. La tige est lisse.

La collerette est courte et oblique.

Le test est inconnu.

Localité : la Querola près Concentaina (prov. d'Alicante).

(1) Les cloisons sont suffisamment visibles pour qu'il n'y ait aucun doute au sujet de leur forme, mais pas suffisamment conservées pour en donner un dessin exact.

Ostrea Carinata Lk.

(Pl. IX, fig. 1,1*a*).

Je crois devoir figurer ici un exemplaire d'*Ostrea carinata* Lk. Cette forme est intéressante en ce qu'elle provient du Néocomien inférieur (couches à *Hoplites neocomiensis*) où on la rencontre fréquemment dans le Sud-Est de l'Espagne, aux environs d'Ador (province de Valence) et dans la Sierra Mariola près de Concentaina (province d'Alicante). Dans cette seconde localité, on la retrouve dans les marnes aptiennes à *Hoplites Dufrenoyi*, Orb. Enfin, cette forme est semblable à des échantillons typiques de *O. carinata* du Cénomanien recueillis à Cauville par M. Hébert (coll. Sorbonne). Cette persistance d'une forme à plis serrés, ne variant pour ainsi dire pas dans le Néocomien inférieur, l'Aptien et le Cénomanien semble démontrer l'indépendance de cette espèce avec les types voisins à gros plis tels que *O. rectangularis* dans le Néocomien, *O. ricordeana* Orb. dans le Cénomanien. Il semble donc qu'il y ait ici, non pas variation, mais existence de deux branches parallèles.

Localité : La Querola près Concentaina (prov. d'Alicante), Néocomien inférieur (couches à *Hopl. neocomiensis*).

Plicatula Macphersoni, n. sp.

(Pl. IX, fig. 2,2*a*)

Valves petites, subtriangulaires.

Valve gauche libre légèrement concave couverte de côtes généralement bifides, très épineuses, les épines semblant correspondre aux lamelles d'accroissement de la valve.

Valve droite fixée, convexe, ornée de deux sortes de côtes : 1° Des côtes fortes, épineuses, les épines étant disposées comme sur l'autre valve en zones concentriques. Ces côtes sont généralement simples, rarement bifides ; les épines sont moins nombreuses que sur l'autre valve ;

2° Des côtes beaucoup plus fines, également épineuses, intercalées au nombre de une et plus rarement de deux entre les grosses côtes.

Enfin des stries très fines parallèles aux lignes d'accroissement de la valve couvrent très régulièrement et en grand nombre les sillons qui séparent les côtes.

Les plus grands exemplaires atteignent 18 millimètres de diamètre antéro-postérieur, et 5 mm. d'épaisseur.

Rapports et différences. — Cette espèce présente un certain intérêt en ce qu'elle se rapproche de *Plicatula placunea* Lk. et surtout de *Plicat. radiola* Lk. Les caractères de ces trois espèces peuvent ainsi se résumer :

Plicatula radiola Lk.: stries transverses concentriques ; pas de côtes intercalaires ou très rarement.

Plicatula placunea Lk.: côtes intercalaires ; pas de stries concentriques.

Plicatula Macphersoni n. sp. : côtes intercalaires ; stries concentriques.

Il est à remarquer que cette espèce se rencontre dans des couches plus anciennes que *Pl. radiola* et *Pl. placunea*.

Localité et gisement : On la trouve en abondance dans les couches à *Hoplites neocomiensis* de la Querola près Concentaina (province d'Alicante).

Cerithium Hornosi, n. sp.

(Pl. IX, fig. 3, 4, 5).

La spire est épaisse, à croissance régulière, composée de tours convexes, anguleux, portant 8 côtes longitudinales dont une très saillante du côté de la bouche : cette côte a la forme d'une crête dentelée ; 4 côtes plus fortes, vers le milieu ; 3 plus fines du côté de la pointe. Sur la convexité, on voit, par tour, 15 à 18 tubercules transversaux, oblongs, obtus. Ces tubercules sont plus nombreux que les dentelures de la côte longitudinale supérieure.

Les exemplaires recueillis sont de petite taille : chez un échantillon de 21 millimètres, le diamètre maximum est de 10 mm. et la hauteur du dernier tour de 7.

Cette espèce se rapproche de *Cerithium subspinosum* Desh., dont elle se distingue par ses côtes longitudinales beaucoup plus épaisses.

Localité et gisement : Gault du Rincon de los Santos (Sierra de Foncalent) près Alicante, avec *Cerithium mosense* Buv.

Solarium Certazari, n. sp.

(Pl. IX, fig. 6, 7, 8).

La spire est plus large que haute, ombiliquée et largement renflée. Elle est composée de tours fortement striés en long par des stries parallèles à l'enroulement, et transversalement par des stries normales à ce même enroulement.

A la partie supérieure (côté de la bouche) de chaque tour de spire, on voit un bourrelet, peu accusé chez le jeune, atteignant un maximum vers le 7e tour, puis s'effaçant presque complètement chez les individus âgés. Lorsque le bourrelet atteint son maximum, il forme une saillie parallèle à l'axe d'enroulement. La partie supérieure du dernier tour de spire porte deux séries de stries fines, nombreuses, les unes en spirale partant de la columelle et allant vers les bords en se dirigeant en avant, les autres parallèles au bord externe de la spire.

La longueur du plus grand échantillon recueilli est 21 millimètres, le diamètre maximum 23, la hauteur du dernier tour 10, le diamètre de l'ombilic 4.

Gisement : — Cette espèce est assez commune dans la partie moyenne des argiles gréseuses du Gault de Foncalent (Rincon de los Santos) près Alicante. Elle se rapproche de *Sol. conoideum* Fitton, du Gault, mais est beaucoup moins élevée.

Trochus Vilaplanæ, n. sp.

(Pl. IX, fig. 9, 10, 11).

La spire est de petite taille, de forme plus large que haute, non ombiliquée, légèrement renflée.

Elle est composée de tours arrondis finement striés en long et ornés chacun de quatre séries longitudinales de tubercules. Ces tubercules s'orientent d'une série à l'autre en formant de véritables

côtes fortement dirigées en arrière, et d'autant plus obliques sur la spire que le tour est plus avancé. La troisième série de tubercules est plus large que les autres et porte sept stries très fines au dernier tour.

La partie supérieure du dernier tour de spire porte six côtes concentriques très fines, portant des tubercules plus petits vers l'ombilic, plus gros vers le bord.

Pour une longueur de 14 millimètres, le diamètre maximum est 23 mm. et la hauteur du dernier tour 4.

Localité et gisement : Gault du Rincon de los Santos (Sierra de Foncalent) près Alicante.

Exogyra Medinæ, n. sp.

(Pl. X, fig. 1-2).

Les valves sont fortement recourbées ; la valve gauche est divisée dans sa longueur, en deux régions à peu près égales, par une carène saillante.

Le côté externe de la carène présente quelques côtes peu nombreuses et assez irrégulières ; le côté opposé est généralement lisse ou ne présente que des stries d'accroissement, ou des ondulations à peine sensibles.

La valve droite beaucoup plus petite est légèrement concave, épaisse, et ne présente que des stries d'accroissement.

Près du crochet, on voit un grand nombre de petites côtes très fines qui s'écartent de la carène et sont sensiblement normales aux stries d'accroissement. Impression musculaire inconnue.

Cette espèce est assez voisine de *Exogyra pyrenaica* Leym. dont elle diffère par ses côtes externes et la situation de sa carène qui est médiane, tandis que chez *E. pyrenaica* elle est rejetée vers l'extérieur. Cette Exogyre atteint fréquemment de 60 à 70 millimètres de longueur.

Gisement : On la trouve en grande abondance dans le Maëstrichtien aux environs de Cuatretonda (province de Valence).

Exogyra Benaventi, n. sp.
(Pl. X, fig. 3, 3a),

Les valves sont fortement arquées, la courbure est plus régulière que chez *E. Medinæ*. La grande valve (v. gauche) est divisée dans sa longueur en deux régions à peu près égales, inclinées suivant deux surfaces de directions opposées et raccordées par une surface courbe médiane ou rejetée vers l'extérieur et non par une carène comme dans *E. Medinæ*. Cette espèce ne présente point de grosses côtes ; elle n'en offre que de très petites, peu saillantes, effacées, enchevêtrées par places surtout dans la région interne ; elles s'atténuent vers les bords, vers le bord externe principalement ; elles sont à peu près normales aux stries d'accroissement. Les stries d'accroissement peu marquées sont visibles surtout près du crochet.

Le crochet est plus épais et a une terminaison plus grossière que l'espèce précédente. Les petites côtes sont plus grosses que chez *E. Medinæ*, dans le voisinage du crochet.

Impression musculaire inconnue.

Cette espèce se rapprocherait plus que la précédente de *Exog. pyrenaica* Leym. par l'absence de grosses côtes et aussi parce que sa région externe est moins développée que celle de *Exog. Medinæ*, bien que l'étant beaucoup plus que celle de *E. pyrenaica*. Mais elle diffère essentiellement de cette dernière par l'existence de ses petites côtes.

Les dimensions sont comparables à celles de *E. Medinæ* ; les exemplaires de 6 à 7 centimètres sont communs.

Gisement : Cette espèce abonde dans les marnes maëstrichtiennes du barranco de la Bastida (entre Cuatretonda et Barcheta), province de Valence.

Isopneustes Heberti, n. sp.
(Pl. IX, fig. 12-13).

Je désigne sous le nom de *Isopneustes Heberti* quelques exemplaires que j'ai recueillis dans le Maëstrichtien de Almaceres, ferme des environs de Callosa de Ensarria, et que j'ai également eu occasion

de rencontrer près d'Alcòy, au Mas de Blas-Giner ; en ce dernier point, son niveau stratigraphique, facile à observer, était compris entre les couches à *Pachydiscus Jacquoti* Seunes et *Echinocorys tenui-tuberculatus* Leym., — et les calcaires à *Ostrea ungulata* Coq. que surmontent les bancs à *Hemipneustes Africanus* Desh. Ce niveau me paraît, dans cette région, avoir une certaine valeur locale.

Le test, de taille moyenne, est allongé, élargi, aplati, et légèrement oblique en avant, rétréci et tronqué en arrière, subcaréné et possédant sa plus grande hauteur en arrière du sommet.

La *face supérieure* est renflée et subcarénée en arrière, arrondie sur les bords en avant ; le sillon antérieur bien marqué s'atténue au point de disparaître presque sur le contour.

Le *sommet* est légèrement excentrique en avant. L'*appareil apical* petit, granulé.

L'*aire ambulacraire impaire* est légèrement creusée, plus profonde entre le sommet et le bord antérieur, s'atténuant près du sommet et s'effaçant presque entièrement sur le contour antérieur.

Les *zones porifères* sont presque droites, à pores petits, arrondis, disposés par paires obliques ; les pores sont très rapprochés et séparés par un petit renflement.

Les *aires ambulacraires paires* débutent par un sillon faiblement creusé près de l'appareil apical, mais s'accentuant et se creusant assez profondément, puis cessant totalement avant d'atteindre la moitié de la distance séparant l'apex du bord.

Les *zones porifères* pétaloïdes sont un peu plus larges que l'aire ambulacraire impaire, les antérieures de longueur sensiblement égale aux postérieures.

Les *espaces interzonaires* sont granuleux, un peu plus larges que les zones porifères ; notablement plus étroits dans les aires ambulacraires paires que dans l'impaire. Les pores sont petits, égaux, conjugués, disposés par paires légèrement obliques, séparés par des bandes granuleuses.

Le *péristome* est légèrement labié.

Le *periprocte*, subarrondi, légèrement échancré à la partie supérieure et à la partie inférieure est situé vers le sommet de l'area qui est généralement verticale et surplombe quelquefois.

Les *tubercules* sont petits et nombreux. A la face supérieure,

les tubercules scrobiculés sont situés au voisinage extérieur des aires ambulacraires et sur le contour antérieur. A la face inférieure, les tubercules scrobiculés atteignent une dimension triple ou quadruple de ceux de la face supérieure ; ils sont entourés de granulations fines.

Les *zones miliaires* sont recouvertes de fines granulations au milieu desquelles apparaissent vers la partie postérieure de petits tubercules scrobiculés.

Le *fasciole péripétale* sinueux. ne devient diffus qu'au voisinage de l'aire ambulacraire impaire.

Le *fasciole sous-anal* bien marqué sur la face inférieure est variable sur l'area postérieure.

DIMENSIONS DE TROIS EXEMPLAIRES.

Diamètre postérieur	37mm	33mm	28mm
Diamètre transversal	27 »	24 »	22 »
Épaisseur maximum	18 »	17 »	15 »

Cette espèce se distingue des espèces de même niveau décrites par M. Seunes, savoir : *Isopneustes Gindrei, Aturicus* et *Munieri* par les ambulacres inférieurs beaucoup plus développés par rapport aux antérieurs, par la forme aplatie et la position plus centrale de son appareil apical.

Localité : Almaceres (une heure à l'Ouest de Callosa de Ensarria) province d'Alicante ; Mas de Blas-Giner (à deux heures à l'Ouest d'Alcòy). Dans cette dernière localité il sépare les couches à *Pachydiscus Jacquoti* des calcaires jaunes à *Hemipneustes Africanus*.

Arachniopleurus reticulatus, Duncan et Sladen.

(Pl. VIII, fig. 8-9).

Les deux exemplaires que je figure ici semblent bien correspondre, le plus grand surtout (fig. 8) à la description donnée par MM. Duncan et Sladen et faite d'après des échantillons recueillis dans le Nummulitique de l'Inde. Je ne reprendrai donc pas la diagnose de cette espèce qui présente les mêmes caractères et les mêmes proportions que celle de l'Inde : péristome profond, aires interambulacraires

larges, tubercules perforés et crénelés, côtes radiées traversant le scrobicule : chaque tubercule émettant deux bandes composées chacune de deux ou trois côtes (au lieu de trois ou quatre indiquées par MM. Duncan et Sladen) se joignant avec les côtes correspondantes des tubercules opposés. Quatre ou cinq côtes vont également de chaque tubercule à la zone porifère. Perpendiculairement à ces côtes et dans leurs intervalles d'autres petites côtes déterminent une infinité de petites cavités de dimensions variables qui donnent au test un aspect très caractéristique.

D'après MM. Duncan et Sladen le diamètre est double de la hauteur pour un échantillon de 10 millimètres de diamètre : les échantillons de Benidorm mesurent : pour l'un, la hauteur 9 millimètres et le diamètre 18, pour l'autre la hauteur 10 et le diamètre 23; mais ce dernier échantillon est légèrement écrasé, ce qui explique la différence des proportions.

Variété. — Dans le plus petit échantillon (fig. 9) les bandes qui, dans l'aire interambulacraire réunissent les tubercules de séries différentes, au lieu d'être composées de deux ou trois côtes n'en possèdent qu'une plus fortement granulée ; serait-ce suffisant pour justifier la création d'une espèce ? je ne le crois pas, et me bornerai à considérer cet échantillon comme une variété du précédent. Dans les deux échantillons les scrobicules se touchent ; aussi ne peut-on observer les faisceaux de côtes qui les unissent dans les échantillons de l'Inde.

Localité et gisement : Marnes à *Serpula spirulea*, *Prenaster Alpinus* de l'Éocène moyen. A 200 mètres environ de Benidorm sur la route d'Alicante.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

1. **Archiac** (d'). — 1847-1860. Histoire des progrès de la géologie, t. II, III, VII et VIII.

2. **X...** (*auteur anonyme*). — 1863. Descripcion del terreno nummulitico de Mallorca, comparado con los analogos del litoral de la Cuenca occidental del Mediterraneo, Rev. min. t. XIV.

3. **Barrois et Offret.** — 1886. Sur la constitution de la chaîne Bétique (C. R. Ac. Sc.).

4. — 1886. Sur la disposition des brèches calcaires des Alpujarras et leur ressemblance avec les brèches houillères du Nord de la France (C. R. Ac. Sc.).

5. **Bertrand.** — Note sur l'Andalousie (B. S. G. F., 3e série, t. XIII).

6. **Bertrand et Kilian.** — 1885. Le bassin tertiaire de Grenade (C. R. Ac. Sc.).

7. — 1886. Sur les terrains jurassiques et crétacés des provinces de Grenade et de Malaga (C. R. Ac. Sc.).

8. **Barrois et Cotteau.** — 1879. Mémoire sur le terrain crétacé d'Oviedo (An. Sc. Géol., t. X, n° 1).

9. **Botella y de Hornos (de).** — 1854. Descripcion de las Minas, canteras y fabricas de fundicion del distrito Valencia precedida de un bosquejo geologico del terreno (Rev. min., t. V).

10. — 1854. Ojeada sobre la geologia del reino Valencia. (Rev. min., t. V).

11. — 1869. Descripcion geologica minera de las provincias de Murcia y Albacete. Madrid, in-folio avec planches et figures dans le texte.

12. — 1872. Sierra Betica (Act. Soc. Esp. hist. nat., t. II).

13. — 1877. Nummulitique de la province d'Alicante (Act. Soc. Esp. hist. nat.).

14. **Botella y de Hornos** (de). 1877 et années suivantes. España y sus antiguos mares (Bol. Soc. geograf. Madrid).

15. — 1879. Mapa geologico de España y Portugal, Madrid échelle $\frac{1}{2,000,000}$.

16. — 1886. Geografia morfologica y etiologica (Bol. Soc. geograf. Madrid, t. XXI).

17. **Calderon.** — 1885. Ensayo orogenico sobre la Meseta central de Espana (An. Soc. Hist. nat., t. XIV, 2).

18. — La sal comun y su papel en el organismo del Globo (An. Soc. Esp. Hist. nat., t. XVIII).

19. — 1876. Enumeracion de los Vertebrados fosiles de España, Madrid (An. Soc. Esp. Hist. nat.).

20. **Carez.** — 1881. Étude sur les terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne.

20bis. — 1881. Crétacé et tertiaire du Nord de l'Espagne (B. S. G. F., 3e Série, t. X, pl. I et II.

21. **Castel.** — 1881. Descripcion geologica de la provincia de Guadalajara (Bol. com. geol. Esp.).

22. **de Castro** (Fernandez). — 1874. Notas para un estudio bibliografico sobre las origenes y estado actual del mapa geologico de España (Bol. Com. map. geol. Esp.).

23. **Cavanilles.** — 1797. Historia natural del reino Valencia.

24. **Choffat.** — 1887-1888. Article *Espagne* dans la revue géologique de L. Carez (Annuaire géologique du Dr Dagincourt).

25. — 1882, Vallées tiphoniques en Portugal, (B. S. G. F., 3e série, t. X).

26. — 1885. Recueil de Monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal.

27. — 1886. Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal.

28. **Cook.** — 1830. Description of parts of the Kingdoms of Valencia, Murcia and Granada, in the South of Spain (Proceed. of geol. Soc. London).

29. — 1834. Sketches in Spain, Paris, 2 vol. in-8.

30. **Coquand.** — 1864. Crétacé de l'Aragon (Teruel) B. S. G. F. 2e série, t. XXI).

31. . — 1886. Monographie paléontologique de l'étage aptien de l'Espagne, Marseille.

32. **Cotteau** (G.) — 1860. Échinides recueillis en Espagne par de Verneuil, Collomb et Triger (B. S. G. F., 2e série, t. XII).

33. **Cotteau, Lartet, Marès, Matheron, Munier-Chalmas.** — 1867. Observations (B. S. G. F., 2e série, t. XXIV).

34. **Cotteau.** — 1879. Notice sur les Echinides urgoniens recueillis par M. Barrois dans la province d'Oviedo.

35. — 1864. Échinides de Biarritz (B. S. G. F., 2e série, t. XXI).

36. — 1888. Échinides tertiaires de la province d'Alicante (B. S. G. F., 3e série, t. XVI).

37. — 1890-1891. Échinides éocènes de la province d'Alicante (Mém. S. G. F., 3e série, t. V, fasc. I et II.)

38. **Cortazar** (de).— 1875. Descripcion fisica geologica y agrologica de la provincia de Castellon (Ibid.).

39. — 1875. Descripcion fisica geologica y agrologica de la provincia de Cuenca, (Ibid.).

40. — 1881. Descripcion geologica de la provincia de Barcelona (Mem. com. map. geol. Esp.).

41. — 1885. Bosquejo fisico-geologico y minero de la provincia de Teruel.

42. **Cortazar** (de) **et Pato.** — 1882. Descripcion fisica geologica y agrologica de la provincia de Valencia (Mem. com. map. geol. Esp.).

43. **Douvillé.** — 1888. Étude sur les Rudistes (B. S. G. F., 3e série, t. XVI).

44. — 1890. Classification des Cératites de la Craie (B. S. G. F., 3e série, t. XVIII).

45. **Fouqué.** — 1885. Premières explorations de la mission chargée de l'étude des récents tremblements de terre de l'Espagne (C. R. Ac. Sc.).

46. **Fouqué, Michel Lévy, Bergeron, Bertrand (M.), Kilian, Barrois et Offret.** — 1885. Rapport de la mission chargée de l'étude des tremblements de terre de l'Andalousie (C. R. Ac. Sc.).

46bis. **Fouqué, Michel Lévy, Marcel Bertrand, Barrois, Offret, Kilian, Bergeron et Bréon.** — 1889. Mission d'Andalousie : Études relatives au tremblement de terre de 1884 et à la Constitution géologique du sol ébranlé par les secousses. (Extr. mém. prés. par div. sav. à l'Ac. des sc. de l'Inst. nat. de Fr. t. XXX, n° 2).

47. **Hébert.** — Sur la Craie supérieure des Pyrénées (B. S. G. F., 3e série, t. V).

48. — Sur le terrain crétacé des Pyrénées (B. S. G. F., 3e série, t. IX).

49. — 1880. Turonien et Cénomanien des Pyrénées occidentales (B. S. G. F.).

50. — 1888. Le terrain crétacé des Pyrénées (B. S. G. F., 3e série, t. XVI).

51. **Hermite.** — 1879. Études géologiques sur les îles Baléares, première partie : Majorque et Minorque.

52. **Jacquot.** — 1866. Esquisse géologique de la Serrania de Cuenca, Paris.

53. **Kilian (W.)** — Sur la position de quelques roches ophitiques dans le Nord de la province de Grenade (C. R. Ac. Sc.).

54. — 1888. Annuaire géologique universel pour l'année —. (Stratigraphie paléontologique).

55. **Laurent (Ch.).** — 1859. Note géologique sur la ligne du chemin de fer de Madrid à Alicante (B. S. G. F., 2e série, t. XVI, — id. — Rev. min.).

56. **Loriol (de).** — Recueil d'Etudes paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. Étude sur les Échinides, II. (Com. Trab. geol. Port.).

57. — 1889. Sur un *Austinocrinus* de la province d'Alicante (B. S. G. F. in Nicklès, gisements sénoniens et daniens du S.-E. de l'Espagne, 3e série, t. XVIII).

58. **Landerer.** — 1874. El piso tenencico (o urgo aptico) y su fauna (An. Soc. Esp. Hist. nat., t. III).

59. — 1872. Monografia paléontologica, del piso aptico de Tortosa Chert y Benifazà. Madrid.

60. **Mac Pherson.** — 1879. Breve noticia acerca de la especial estructura de la Peninsula Iberica (An. Soc. Esp. Hist. nat., t. VIII).

61. **Mac Pherson.** — 1886. Relacion entre la forma de las Costas de la Peninsula Iberica sus principales lineas de fractura y el fondo de sus mares (An. Soc. Esp. Hist. nat., t. XV).

62. — Del caracter de las dislocaciones de la Peninsula Iberica (An. Soc. Esp. Hist. nat., t. XVII).

63. **Mallada (L.).** — 1863. Mapa geologico en bosquejo de la provincia de Jaen (Bol. com. map. geol. Esp.).

64. — 1875-1891. Sinopsis de las especies fosiles que se han encontrado en España (Bol. com. map. geol. Esp.).

65. — 1883. Reconocimiento geologico de la provincia de Jaen (Bol. com. map. geol. Esp.).

66. **Michel Lévy et Bergeron (J.).** — 1886. Sur les roches cristallophylliennes de l'Andalousie occidentale (C. R. Ac. Sc.).

67. **Munier-Chalmas.** — 1878-1879. Fossiles recueillis aux Baléares par M. Hermite (B. S. G. F., 3e série, t. VII).

68. — Danien du Vicentin et de l'Espagne (B. S. G. F., 3e série, t. XVI, et compte rendu sommaire).

68bis. — 1890. Région préméditerranéenne.

69. **Nicklès (René).** — 1888. Note sur le Sénonien et le Danien du S.-E. de l'Espagne (C. R. Ac. Sc. traduite en espagnol dans Bol. Com. Map. Geol. Esp.).

70. — 1888. Sur le Néocomien du S.-E. de l'Espagne (C. R. Ac. Sc.).

71. — 1889. Sur quelques gisements sénoniens et daniens du S.-E. de l'Espagne (B. S. G. F., 3e série, t. XVII).

72. — 1889. Sur le Gault et le Cénomanien du S.-E. de l'Espagne (C. R. Ac. Sc.).

73. — 1890. Contributions à la Paléontologie du S.-E. de l'Espagne, I. Néocomien, Mém. Soc. Géol. de France (Paléontologie). Mém. n° 4.

74. **Nolan.** — 1887. Note sur le Trias de Minorque et Majorque (B. S. G. F., 3e série, t. XV).

75. **Pernolet.** — 1848. Bergwerkdistricte Südspaniens (Neues Jahrbuch fur Min., etc.).

76. **Quiroga.** — 1887. Structure des roches de la peña Negra.

77. **Saporta** (de). — 1887. Nouveaux documents relatifs aux organismes problématiques des anciennes mers (B. S. G. F., 3e série, t. XV).

78. **Sauvage.** — 1843. Sur la province de Murcie et sur les minerais qu'on y exploite (Annales des Mines, 4e série, vol. IV).

79. **Schimper.** — 1849. Voyage géologique botanique au Sud de l'Espagne (l'Institut).

80. **Seunes** (Jean). — 1890. Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'Éocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest de la France (Basses-Pyrénées et Landes. Ann. des Mines, 8e série, t. XVIII).

81. — 1888. Gault coralligène des Pyrénées (B. S. G. F., 3e série, t. XVII).

82. — 1890. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. Ammonites du calcaire à Baculites du Cotentin (Mém. S. G. F., Paléontologie, Mém. n° 2).

83. **Soba Fernandez.** — 1865. Datos para la historia de los restos fosiles de los grandes mamiferos enterados en las capas terrestres de España (Rev. minera, t. XVI).

84. **Smith.** — 1845. Notice on the tertiary deposits in the South of Spain. (Quart. journ. vol. I).

85. **Suarez Sergio.** — Terremotos occurridos en Torrevieja (Alicante).

86. **Suess.** — Das Antlitz der Erde t. II, 1888.

87. **Toucas.** — Nord de l'Espagne et Corbières (B. S. G. F. 3e série, t. X).

88. **Vacek.** — Neocomstudie (Jahrbuch der K. K. Geol. Reichsanstalt, t. XXX, n° 3), Vienne.

89. **Verneuil** (de). — 1850. Notice on the geological map of Spain (Report of the British association).

90. — 1852. Del terreno cretaceo en España (Rev. min., t. III).

91. — 1852. Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne (B. S. G. F., 2e série, t. X).

92. — 1853. Sur la structure géologique de l'Espagne. (Caen, extr. ann. de l'Institut des provinces).

93. **Verneuil** (de) et **Lorière** (de). — 1854. Observations géologiques et tableau des altitudes observées en Espagne pendant l'été de 1853. (B. S. G. F., 2e série, t. XI).

94. **Verneuil (de) et Lorière (de).**—1855. Note sur les progrès de la Géologie en Espagne pendant l'année 1854 avec MM. Collomb et de Lorière.

95. — 1855. Tableau orographique d'une partie de l'Espagne.

96. **Verneuil (de) et Collomb.** — 1856. Sur la géologie du S.-E. de l'Espagne (provinces de Murcie et d'Albacete), avec un tableau des mesures hypsométriques prises en 1855 dans cette contrée (B. S. G. F., 2e série, t. XIII, p. 674).

97. — 1857. Résultat d'un voyage fait à Murcie et en Andalousie (C. R. Ac. Sc., t. XLIV, p. 1299).

98. — 1860. Note sur une partie du pays basque espagnol (B. S. G. F., 2e série, t. XVII, p. 333).

99. — 1863. Note sur le calcaire à *Lychnus* des environs de Segura (B. S. G. F., 2e série, t. XX, p. 684).

100. — 1864. Carte géologique de l'Espagne et du Portugal, en collaboration avec E. Collomb, $\frac{1}{1.500.000}$.

101. — 1864. Note sur la carte géologique de l'Espagne (C. R. Ac. Sc., t. LIX, p. 417).

102. — 1869. Carte géologique de l'Espagne et du Portugal, 2e édition (avec Collomb).

103. — 1869. Explication de la carte géologique de l'Espagne et du Portugal, in-8. Paris.

104. **Vidal.**—1871. Excursion geologica para el norte de Berga (Rev. min., t. XXII, p. 505).

105. — 1874. Datos para el conocimiento del terreno garumnense de Cataluña (Bol. com. map. geol. Esp.).

106. — 1875. Geologia de la provincia de Lerida (Bol. com. map. geol. Esp.).

107. — 1878. Nota acerca del sistema cretaceo de los Pirineos de Cataluña (Bol. com. map. geol. Esp.).

108. **Vilanova y Piera.** — 1859. Memoria geognostico agricola sobre la provincia de Castellon de la Plana. Madrid.

109. — 1863. Ensayo de descripcion geognostica de la provincia de Teruel.

110. — 1867. Note sur la géologie de la province de Valence (B. S. G. F., 2e série, t. XXIV).

111. **Vilanova y Piera.** — 1875. Fossiles de Benasau. (Act. Soc. Esp. Hist. Nat.)

112. — 1879. Cénomanien de Busot. (Act. Soc. Esp. Hist. Nat.).

112bis. — 1880. Sur l'existence des *Taonurus* dans le Tertiaire d'Alcòy (Act. Soc. Esp. Hist. Nat.)

113. — 1880. Sur les *Cancellophycus* des environs d'Alcòy (Actas Soc. Esp. Hist. Nat., t. IX).

114. — 1881. Sur le Crétacé supérieur d'Alcòy (Actas Soc. Esp. Hist. Nat., t. X).

115. — 1881. Sur la Téruelite, ressemblance entre la sierra Nevada d'Espagne et la sierra Nevada de l'Amérique du Nord (B. S. G. F., 2e série, t. VIII).

116. — 1881-1884. Reseña geologica de la prov. de Valencia (B. S. geogr. Madrid, t. XI-suite).

117. — 1886. Échinides crétacés (Actas, t. XIV).

118. — 1887. Sur les « peñas negras de Alicante » (Actas Soc. Esp. Hist. Nat., t. XVI).

119. — 1889. Miocène de Crevillente (Actas Soc. Esp. Hist. Nat. t. XVIII, p. 32).

120. — 1890. Sur les algues tertiaires de la province d'Alicante (Association française, Congrès de Limoges, I, p. 185).

121. **Zittel.** — Sur quelques fossiles d'Espagne (Quart. journ. geol. Soc., t. XXI).

122. — 1864. Crétacé et Jurassique de l'Espagne (Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt).

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Versant Est de la Sierra de Foncalent.

Cette photographie est prise dans la direction du Nord au bord de la terrasse quaternaire qui domine le Rincon de los Santos : elle montre le renversement des assises jurassiques et crétacées.

2, Couches à *Perisphinctes eudichotomus* Zitt. — 3, 4, Valenginien. — 5, couches à *Hopl. Cryptoceras*. — 6, Hauterivien ; couches glauconieuses *Bel. dilatatus*. — 7, 8, 9, Barrêmien.

PLANCHE II.

Décrochement de la Serreta Negra

La base de la colline est constituée par des argiles du Gault à *Hemiaster Phrynus*. Ces couches, redressées à la verticale, sont coupées par une faille presque horizontale et recouvertes par un lambeau d'Aptien qui forme la partie supérieure de la colline et qui est composé de calcaires (crêtes) et de marnes à *Orbitolina discoidea* et *O. conoidea*. En avant, on voit le chemin d'Alicante qui atteint à gauche le col (Portell) de la Serreta Negra.

PLANCHE III.

Pli couché du Barranco de Ronda (Alfaz).

Cet accident, qui n'a que quelques mètres de longueur, montre un pli couché replié. On peut se rendre compte du plissement en suivant la 2e couche au-dessus de l'angle inférieur gauche de la figure : cette couche contourne complètement le pli, et revient parallèlement à sa première direction : c'est la 2e couche à droite de l'angle inférieur gauche de la figure. La partie centrale du pli correspond donc à l'ombre noire qui vient aboutir à l'angle gauche inférieur de la figure. L'orientation de ce pli est N.-80° O.; les couches plongent au Nord.

Versant Est du Moncabrer (Balcon de Llopis).

Sur des calcaires blancs (*u*) où l'on rencontre *Orbitolina discoidea* et *O. conoidea* reposent des calcaires marneux (*a*) avec *Acanthoceras Cornueli*, *Ac.*

Martinii, *Ac. Stobieschii*, *Plicatula placunea*, etc. Au-dessus, on voit des calcaires magnésiens siliceux (*g*) qui appartiennent probablement au niveau albien à *Toucasia Santanderensis*; *d* indique les dolomies supérieures au Gault. Au fond on voit la retombée méridionale de l'anticlinal de Mariola, vers Concentaina dont on aperçoit les maisons au milieu de la partie gauche de la figure. Au-delà, le fond de la vallée de Serpis est formé par le Miocène; au dernier plan on aperçoit les Sierras de la Almudaina, de la Serrella et la Sierra Aitana.

PLANCHE IV.

Esquisse géologique de la Sierra de Foncalent.
(Province d'Alicante).

Il est possible que les distances ne soient point rigoureusement proportionnelles dans cette carte que je n'ai pu dresser que d'une façon approximative, par suite du manque de cartes topographiques détaillées.

PLANCHE V.

Esquisse géologique de la Sierra Mariola.
(Province d'Alicante).

J'ai dû relever également d'une façon approximative la majeure partie de cette carte, c'est-à-dire toute la région comprise entre Alcôy et Agres, la carte de Coello ne pouvant, à l'échelle de 1/200000, indiquer les fermes et les sentiers.

PLANCHE VI.

Esquisse géologique du Sud de la région de Callosa de Ensarria.

Cette carte a pour base topographique un agrandissement de la carte de Coello, qui donne bien l'idée du relief dans ses traits généraux. J'ai eu cependant à rectifier la direction de la crête de la Sierra Cortina, et à indiquer la route en construction de Benidorm à Callosa.

PLANCHE VII.

1-2, *Mortoniceras Gaudryi*, n. sp., grossi 2 fois 1/2.
3, — — jeune, grossi 10 fois.
4 — — (?) grossi 3 fois.
5-6 — *Stevenini*, n. sp., grossi 3 fois.
7, — *Vilanovæ*, n. sp., grossi 2 fois 1/2.
8, — *Garciæ*, n. sp., grossi 2 fois 1/2.
9, — — — grossi 3 fois.
10 — *Vidali*, n. sp., grossi 3 fois.
11 — *Fischeri*, n. sp., grossi 3 fois.

Tous ces échantillons proviennent de couches à *Hoplites neocomiensis* Orb. de la Querola, près Concentaina (province d'Alicante).

PLANCHE VIII.

1, *Mortoniceras Gaudryi*, n. sp., grossi 3 fois 1/2.
2, — *Fischeri*, n., sp., grossi 3 fois 1/2.
3, — *Vilanovæ*, n. sp., grossi 3 fois 1/2.
4-5, — *Garciæ*, n. sp., grossi 3 fois 1/2.
6, — *Stevenini*, n. sp., grossi 3 fois 1/2.
7, — *Vidali*, n. sp., grossi 3 fois 1/2.

Tous les *Mortoniceras* figurés sur cette planche proviennent des couches à *Hoplites neocomiensis* de la Querola, près Concentaina (province d'Alicante).

8, *Arachniopleurus reticulatus* Dunc. et Slad. grandeur naturelle. Eocène moyen. Benidorm (province d'Alicante).

8 *a*, Le même, grossi trois fois environ.

9, *Arachniopleurus* aff. *reticulatus* Dunc. et Slad. grandeur naturelle. Eocène moyen. Benidorm (prov. d'Alicante).

9 *a*, le même, grossi 3 fois environ.

PLANCHE IX.

1,1 *a*, *Ostrea* (*Alectryonia*) *carinata* Lk. Néocomien inférieur de la Querola, près Concentaina (prov. d'Alicante).

2-2 *a*, *Plicatula Macphersoni*, n. sp., avec la précédente. Même localité

3-4, *Cerithium Hornosi*, n. sp., Gault. Rincon de los Santos, Sierra de Foncalent, près Alicante, grossi 2 fois 1/2.

4 *a*-5, le même, grandeur naturelle. Même localité.

6-8, *Solarium Cortazari*, n. sp., Gault, grandeur naturelle ou faiblement grossi. Même localité.

9-11, *Trochus Vilaplanæ*, n. sp., Gault, grandeur naturelle. Même localité.

9 *a*, le même, grossi 2 fois 1/2.

12-13, *Isopneustes Heberti*, n. sp., Maëstrichtien. Almaceres ou Albateres, ferme au N.-O. de Callosa de Ensarria (prov. d'Alicante).

PLANCHE X.

1, *Exogyra Medinæ*, n. sp., grandeur naturelle. Maëstrichtien. Barranco de Chaume (Cuatretonda) prov. de Valence.

2, *Exogyra Medinæ*, grossie 1 fois 1/2. Même localité.

3, — *Benaventi*, n. sp., grandeur naturelle. Maëstrichtien. Barranco de la Bastida, près Cuatretonda (prov. de Valence).

4-6, *Rhabdocidaris Salvæ*, n. sp., grandeur naturelle. Néocomien inférieur, avec *Plicatula Macphersoni*. La Querola, près Concentaina (prov. d'Alicante).

TABLE DES MATIÈRES.

ERRATA.

Page 2, ligne 25, que quelques, lire : *que le résultat de quelques.*

Page 25, ligne 36, des fontaines, lire : *des sources et fontaines.*

Page 47, ligne 34, *Amm ? verrucosus*, lire : *Amm. verrucosus.*

Page 48, ligne 34, *mitreanus* Orb. sp., ajouter : localité Foncalent.

Page 78, ligne 5, Cenomanien, lire : Cénomanien.

Page 108, ligne 12, statigraphique, lire : stratigraphique.

Page 109, ligne 10, daniens, lire : *maëstrichtiens.*

Page 161, ligne 4, contre le Sénonien : par le moyen, lire : contre le Senonien par le moyen.

Page 165, ligne 23, auteurs hnummulitiques, lire : *hauteurs nummulitiques.*

Page 185, ligne 37, Sierra de España, lire : *Sierra de Espuña.*

Page 186, ligne 22, vallées, lire : *golfes.*





Versant Est du Montcabrer (Balcon de [illegible]).



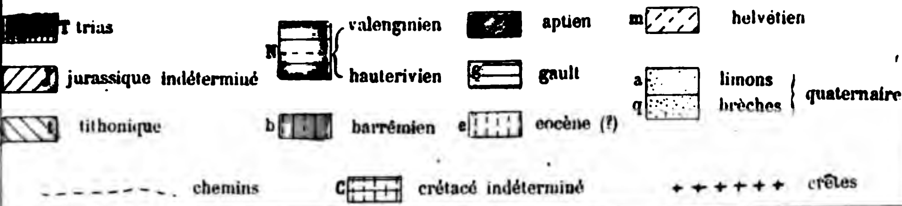
Procédé G. Pilarski, A. Murat et Cie **33, Rue Hallé, Paris.**

Pli coupé du Barranco de Ronda (Alfaz)

ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE LA SIERRA DE FONCALENT

PAR

René NICKLÈS.



Échelle approximative : $\frac{1}{90.000}$



Chemin de San Vicente

Mas de Foncalent

Source

Ch.in d'Alicante

Marais salé desséché

Bolanguer

Atalaya

Venta de la Guerra

à Alicante

Route de Novelda

R. N.

ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE LA SIERRA MARIOLA

PAR

René NICKLÈS.

T	trias	A	aptien	C	crétacé indéterminé
t	tithonique	g	gault	e	eocène
N	valenginien / hauterivien	s	sénonien	m	helvétien
b	barrémien	D	maestrichtien / garumnien	l	miocène lacustre
		p	poudingues	q a	quaternaire

Échelle approximative

1/120.000

CONCENTAINA

ALCOY

AGRES

ALFAFARA

N — S

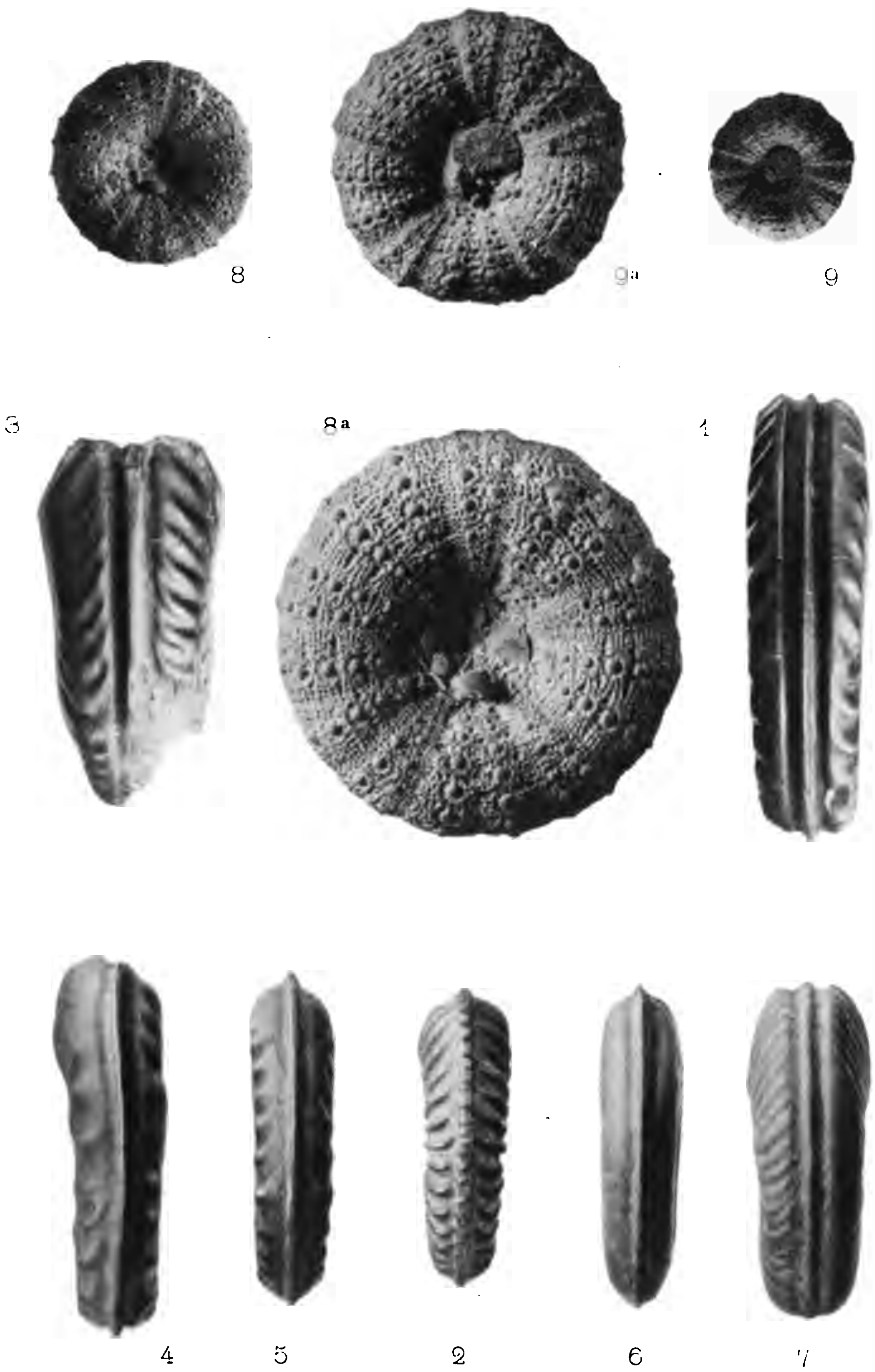
O — E



Procédé G. Pilarski. A. Murat et Cie 33, Rue Hallé, Paris.

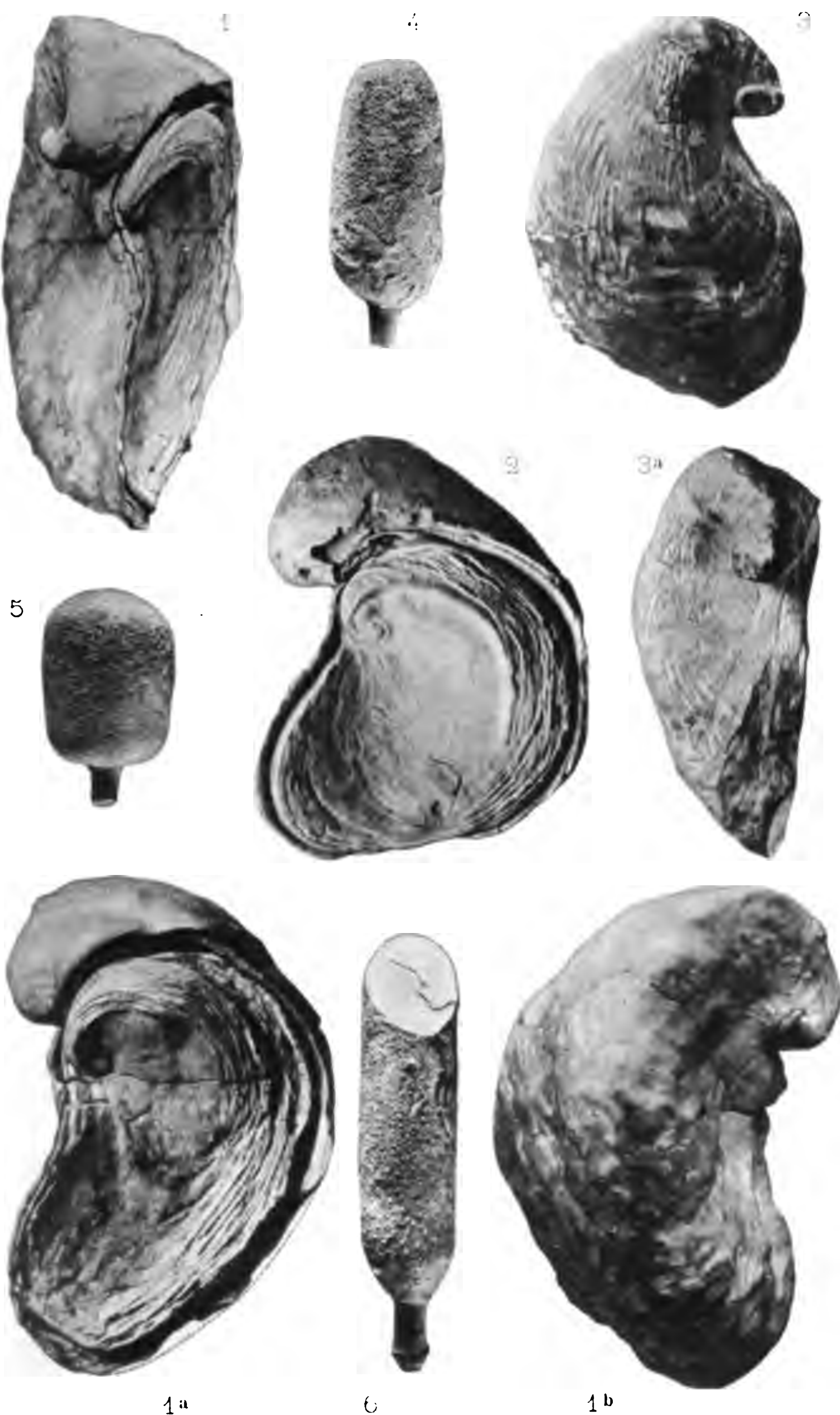


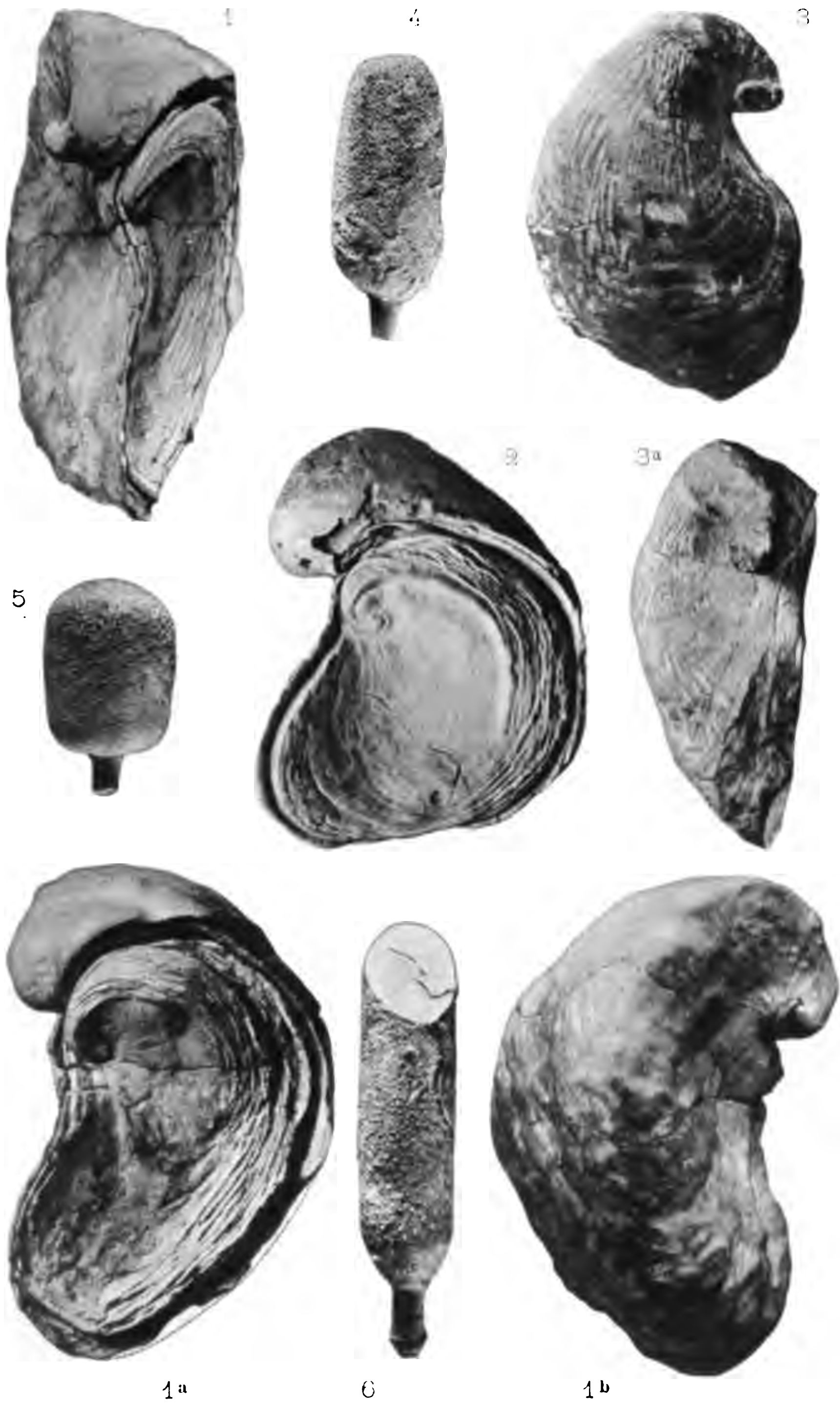
Procédé G. Pilarski, A. Murat et Cie 33, Rue Hallé, Paris.



Procédé G. Pilarski, A. Murat et Cie

33, Rue Hallé, Paris.


1
4
3
2
3a
5
1a
6
1b


1
4
3
2
3a
5
1a
6
1b

ANNALES HÉBERT

ANNALES
DE
STRATIGRAPHIE ET DE PALÉONTOLOGIE

DU

LABORATOIRE DE GÉOLOGIE

DE

LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

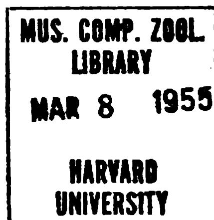
Publiées sous les auspices de la Faculté

ET SOUS LA DIRECTION DE

M. MUNIER-CHALMAS,

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences.

TOME II.



Avec 2 Cartes en couleurs.

LILLE,

LE BIGOT FRÈRES, IMPRIMEURS-ÉDITEURS,

25, rue Nicolas-Leblanc, 25,

1898.

fier la plupart de mes déterminations ; les idées originales émises dans ses conférences à l'Ecole Normale et dans son cours à la Sorbonne m'ont beaucoup servi et je lui dois la plus grande gratitude.

Pendant l'étude des roches et des fossiles que j'ai rapportés de mes courses, j'ai contracté de nombreuses dettes de reconnaissance dont je suis heureux de m'acquitter aujourd'hui. Mes maîtres et mes amis du Laboratoire m'ont fait profiter de leur expérience et m'ont donné d'excellents conseils. M. Bergeron, directeur-adjoint du Laboratoire des Recherches, a bien voulu me guider dans l'étude des fossiles cambriens et siluriens et a attiré mon attention sur la similitude de faunes qui existait à l'époque cambrienne entre l'Espagne et la Montagne-Noire, qu'il a si bien étudiée et décrite.

J'ai souvent eu recours à l'amicale bienveillance de M. D.P.Œhlert, dont les travaux sur le Dévonien de l'Ouest de la France et sur les Brachiopodes font autorité ; il m'a très souvent guidé dans mes recherches paléontologiques et a bien voulu contrôler un certain nombre de mes déterminations.

L'étude des faunes jurassiques m'a été rendue particulièrement facile, grâce aux conseils que m'a constamment donnés M. Haug, maître de conférences à la Sorbonne, dont la compétence paléontologique est bien connue de tous.

Mon camarade et ami Léon Bertrand, chargé des conférences de pétrographie à la Sorbonne, a étudié les diverses roches éruptives que j'ai rencontrées dans la région ; il m'en a donné des diagnoses précises que je suis heureux de pouvoir publier dans mon travail.

M. Depéret, doyen de la Faculté des Sciences de Lyon, a bien voulu comparer les fossiles du Miocène supérieur du Sud de l'Aragon avec ceux du bassin du Rhône et me communiquer des renseignements qui m'ont été d'une grande utilité.

M. Boule, assistant de paléontologie au Muséum, m'a donné de précieuses indications sur la faune de Concud et a déterminé les ossements quaternaires de la grotte d'Allueva.

Je prie M. Douvillé d'agréer l'expression de ma reconnaissance pour la bienveillance avec laquelle il m'a permis de consulter la collection de E. de Verneuil, à l'Ecole des Mines.

M. Choffat, au cours de plusieurs visites qu'il fit au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, a examiné rapidement les fossiles que j'avais étudiés ; il a attiré mon attention sur les rapprochements

qu'on peut établir entre les faunes du Sud de l'Aragon et celles du Portugal, qu'il a magistralement décrites.

J'ai trouvé, près des membres de la Commission de la Carte géologique d'Espagne, l'accueil le plus bienveillant ; MM. Mallada et Palacios m'ont montré la collection des fossiles recueillis par mes devanciers dans le Sud de l'Aragon et m'ont donné des recommandations qui m'ont beaucoup servi dans mes voyages.

Je dois les plus vifs et les plus sincères remerciements à D. Torcuato Jusue, ingénieur en chef des Mines à Teruel ; c'est grâce à son extrême obligeance que j'ai pu faire dans d'excellentes conditions mes trois voyages dans le Sud de l'Aragon ; je n'avais à ma disposition aucune carte topographique comparable à celle de l'état-major français : la carte provinciale de Coello, pour la province de Teruel, n'a jamais été publiée, et je ne possédais comme carte topographique que celle de l'atlas de Stieler, au 1 : 1.500.000 ; d'autre part, la province de Teruel est traversée par 4 ou 5 routes à peine, suivant le plus souvent les vallées tertiaires et allant de la capitale aux principales villes voisines ; tous les villages de la Sierra sont reliés par des sentiers que connaissent seuls les gens du pays ; il m'eut été très difficile de faire des excursions suivies, si D. Torcuato n'avait pas mis à ma disposition son guide habituel Pedro, qui connaît si bien toute sa province et dont le dévouement est à toute épreuve.

L'absence de bonne carte topographique m'a empêché de relever avec précision les contours des diverses formations sédimentaires : les cartes qui terminent ce travail ne peuvent donc être que des esquisses géologiques de la région que j'ai parcourue.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

ET

DESCRIPTION OROGRAPHIQUE ET HYDROGRAPHIQUE

DE LA RÉGION ÉTUDIÉE

A. — Considérations générales.

Les diverses montagnes ou collines qui couvrent une partie de la péninsule ibérique peuvent facilement se grouper en six cordillères dont l'individualité a été démontrée pour la première fois par Bory-de-Saint-Vincent [6][1] ; la comparaison des cartes physique et géologique montre qu'il existe des relations, souvent fort nettes, entre la direction de ces cordillères d'une part, et d'autre part la constitution géologique de la péninsule et la direction des plissements qui l'ont affectée à différentes époques.

Les nombreux travaux de M. Macpherson [**43** à **45**], de M. Calderon [**14** à **16**] et la remarquable synthèse de M. Suess[2] ont démontré que le trait fondamental de la géologie de l'Espagne est l'existence d'un vaste *plateau* ou *Meseta*, bordé au nord-est et au sud par deux grandes aires de plissements, les *Pyrenées* et la *Chaine Bétique*.

La Meseta, constituée essentiellement par des terrains cristallophylliens, siluriens, dévoniens et carbonifères, traversés par de nombreuses roches éruptives, est affectée par une série de

1. Les numéros entre crochets correspondent à l'index bibliographique.

2. E. Suess. — Das Antlitz der Erde, vol. II, p. 144.

plis, faiblement convexes vers le sud-ouest, et dont la direction générale est N. N. O. - S. S. E. et N. O. - S. E.; d'autres accidents tectoniques, moins nombreux, mais cependant très importants, sont orientés N.E. - S. O. Sur ce vaste plateau, dont l'altitude moyenne est de 700 mètres, existent aujourd'hui un certain nombre de collines, plus ou moins alignées, dont le relief est dû à deux causes principales :

1° Aux dislocations tertiaires, brusques ou lentes, qui ont amené la formation des grands lacs miocènes de l'Espagne, dont les bords sont formés par les terrains plus anciens.

2° Aux efforts constants de l'érosion agissant sur un plateau fortement plissé, composé de sédiments de nature et de résistance très variables ; tandis que les schistes primaires disparaissaient en partie, les granites, les gneiss et les quartzites des plis anté-stéphaniens étaient beaucoup moins attaqués par les agents atmosphériques : la direction des anticlinaux de la période primaire est devenue celle des nombreux chaînons qui forment les cordillères actuelles de la Meseta.

Ces cordillères, jointes à la Chaîne des Pyrénées et à la Chaîne Bétique, séparées toutes deux de la Meseta par de grandes dépressions tertiaires, forment le système orographique de la péninsule, dont la description peut se résumer de la façon suivante :

1° Au nord, la *Chaîne des Pyrénées* (*système pyrénaïque* de Bory), qui se prolonge vers l'ouest par les Monts Cantabriques ; les plis est-ouest, très nets dans les Pyrénées, se suivent sans interruption du cap de Creus jusque dans les Asturies ; à la latitude de Léon et d'Oviedo, la cordillère rencontre le bord de la Meseta, et les plis d'origine pyrénéenne disparaissent en même temps que les terrains secondaires qu'ils affectaient ; la cordillère est alors déviée vers le sud-ouest, et, dans les différents chaînons qui la forment et qui couvrent la Galice et le Nord du Portugal, se retrouvent les principales directions des plis de la Meseta.

2° La *Cordillère Serratique*[1] (*système carpétano-vettonique* de Bory) composée d'une série de chaînons parallèles formés presque unique-

1. C'est sous ce nom que la chaîne est décrite par D. Fernandez Guerra et D. Eduardo Saavedra. Plusieurs géographes espagnols et F. de Botella ont adopté la désignation de « chaîne Lusitano-Arevaca », du nom des contrées romaines correspondantes. Les Maures l'appelaient la Sierra, c'est-à-dire la montagne par excellence de toute la péninsule, probablement à cause de l'aspect essentiellement montagneux de la Sierra de Guadarrama (extrémité orientale de la cordillère) située entre les deux grands plateaux tertiaires des Castilles.

ment de terrains cristallophylliens et cambriens; leur direction commune est S.O.-N.E. et les principaux d'entre eux ont reçu les noms de Sierra de Estrella, Sierra de Gata, Sierra de Gredos, Sierra de Guadarrama. Cette cordillère, qui s'étend du cap de Roca (nord de Lisbonne) jusqu'à Atienza, traverse de l'ouest à l'est toute la Meseta; son extrémité orientale sépare les bassins tertiaires de la Vieille et de la Nouvelle Castille. Au nord-est de Madrid, la constitution géologique de la chaîne change en même temps que l'altitude diminue: au terrain cambrien succèdent des schistes et des grès siluriens et dévoniens qui disparaissent bientôt sous le plateau triasique d'Atienza; c'est là que se termine la Cordillère Serratique, qui limite constamment au sud le bassin du Douro.

Pour plusieurs auteurs cependant, la chaîne se recourbe vers le sud-est jusqu'aux environs d'Albarracin et j'avais adopté cette interprétation dans la note de géographie physique [**28**] que j'ai publiée en 1893 sur la province de Teruel. Le plateau triasique d'Atienza et de Medinaceli se dirige en effet vers le sud-est et laisse apercevoir bientôt, sur les confins des provinces de Guadalajara et de Teruel, plusieurs îlots siluriens qui ont été parfois rattachés à la Sierra Guadarrama; les collines de Molina de Aragon, la Sierra Menera et la Sierra de Albarracin feraient alors partie de la Chaîne Serratique et en constitueraient l'extrémité orientale: la cordillère ainsi comprise limiterait constamment le bassin du Tage, le séparant du bassin du Douro et de celui de l'Ebre. Mais la direction même de ces îlots siluriens, orientés N. O. - S. E, parallèlement à la *Chaîne Ibérique* située un peu plus à l'est, conduit à les rapprocher plutôt de cette cordillère et à les séparer de la Chaîne Serratique dont tous les chaînons sont orientés N.E.-S.O. C'était là, d'ailleurs, l'opinion de E. de Verneuil; avant lui, Bory de Saint-Vincent considérait déjà la Sierra de Molina et les Monts d'Albarracin comme une ramification de la Chaîne Ibérique et proposait de leur donner le nom de *Chaîne Hespérique* que j'adopterai dans ce travail.

3° La *Chaîne Carpétane* [1] (Monts de Tolède ou *système lusitanique* de Bory) sépare les bassins du Tage et du Guadiana. Dans l'Estramadure et dans l'ouest de la Nouvelle-Castille, la chaîne est bien accusée; elle est formée aux dépens de la partie ancienne de la Meseta, dont les plis N.O.-S.E. sont très nets et sensiblement

1. Cette chaîne est souvent désignée sous le nom de *Chaîne Orétane*. D. Fed. de Botella fait remarquer justement que l'Orétanie se trouvait plus au sud, comprenant même une partie des Monts Marianiques.

parallèles aux Chaînes Ibérique et Hespérique dont je viens de parler. A l'est de Tolède, la Cordillère Carpétane pénètre dans le bassin tertiaire de la Nouvelle-Castille; elle perd alors son caractère montagneux, et les collines qui la constituent sont dues uniquement à l'érosion du plateau miocène; elle devient tout à fait comparable aux plateaux de la Beauce et du Gâtinais, situés entre le bassin de la Seine et celui de la Loire.

4° La *Chaine Marianique* [1] (Sierra Morena), qui limite au nord le bassin du Guadalquivir, est formée tout entière aux dépens de la Meseta, dont elle constitue le bord méridional. Les divers chaînons, orientés N.O.-S.E., sont parallèles à ceux qui forment les Monts de Tolède ; ils sont dus, comme eux, à l'érosion de la Meseta, dont les plis sont brusquement interrompus par la grande faille du Guadalquivir.

5° La *Chaîne Bétique* couvre le Sud de l'Andalousie; sa partie méridionale, la plus élevée, atteint 3481 mètres au Mulhacen; elle est formée de terrains cristallophylliens et primaires affectés par des dislocations parallèles au rivage entre Gibraltar et le cap de Gata. Jusqu'au début du Pliocène cette cordillère ne fit pas partie de l'Espagne proprement dite ; elle formait en effet la limite septentrionale d'un continent qui s'étendait au sud sur une partie du Maroc et comprenait toute la chaîne du Rif; l'effondrement de la presque totalité de ce continent donna naissance au détroit de Gibraltar et sépara la Sierra Nevada de la chaîne du Rif. Au nord, l'axe ancien de la Chaîne Bétique est bordé par une série de contreforts de terrains secondaires dont les plissements, parallèles au bord méridional de la Meseta, c'est-à-dire à la grande faille du Guadalquivir, appartiennent au système alpin et se suivent jusque dans les Baléares.

6° La *Chaîne Ibérique* [2] ou Celtibérique, dont l'individualite apparaît nettement sur une carte géologique, limite au sud le bassin de l'Ebre et peut se suivre d'une façon ininterrompue de

1. Bory de Saint-Vincent distingue : 1° un *système marianique;* 2° un *système cunéique*, correspondant à la Sierra de Monchique et aux montagnes du nord de l'Algarve.

2. Antillon, dans ses Elementos de geographia de España y Portugal, et plus tard Bory de Saint-Vincent désignèrent cette cordillère sous le nom de *système ibérique* ; cette dénomination est adoptée aujourd'hui par beaucoup de géographes; elle est antérieure au nom de chaîne celtibérique que j'ai employé en 1893 à la suite de S. Calderon et de plusieurs auteurs espagnols et doit être admise de préférence à ce dernier nom.

Burgos jusqu'à Montalban et la Sierra de San Just dans la province de Teruel. Dans sa partie septentrionale, elle sépare les bassins de l'Ebre et du Douro ; elle est alors formée par les sédiments primaires de la Sierra de la Demanda, d'orientation E.-O., qui disparaissent sous le haut plateau secondaire de Soria et de Logroño, pour réapparaitre dans la Sierra de Moncayo. La Cordillère Ibérique prend alors nettement la direction N.O.-S.E. et l'anticlinal primaire qui en forme l'axe peut se suivre depuis Agreda jusqu'à Calamocha et Montalban, où il est recouvert par les terrains secondaires de la province de Teruel.

Parallèlement à la Cordillère Ibérique et un peu au sud-ouest, se trouvent les *Monts Hespériques* ; l'axe de cette chaîne est formé par les sédiments primaires des collines de Molina de Aragon, de la Sierra Menera et de la Sierra de Albarracin, dont les plis suivent la direction N.O.-S.E., si fréquente dans toute la Meseta.

Les Cordillères Ibérique et Hespérique ainsi définies limitent au nord-est la Meseta, et leurs axes primaires sont à peine distants de 60 kilomètres ; sur ces axes anciens viennent de part et d'autre s'appuyer des dépôts triasiques, jurassiques et crétacés, qui réunissent les deux chaînes et forment au sud-est un vaste plateau que j'ai déjà désigné [**28**] sous le nom de Plateau de Teruel.

Ce plateau n'est donc, à proprement parler, que l'extrémité méridionale et orientale des deux sierras parallèles que je viens de décrire. On lui a quelquefois donné le nom de *Montes Idubeda*[1] ou de *Muela*[2] *de Albarracin*, du nom de l'une des villes les plus anciennes de la région.

Ce vaste plateau forme toute la partie méridionale de l'Aragon (province de Teruel et Sud de la province de Saragosse) ; il s'étend à l'ouest sur la Nouvelle-Castille (partie orientale des provinces de Cuenca et de Guadalajara) et à l'est sur la province de Castellon de la Plana. C'est l'étude de ce plateau que j'ai entreprise en 1889, sur

1. D. Federico de Botella, dans son traité « Espana y sus mares », désigne sous le nom de Montes Idubeda toute la série des hauteurs qui s'étendent de Burgos à Requeña et couvrent la province de Teruel et le Nord du royaume de Valence, c'est-à-dire la Chaîne Ibérique et le Plateau de Teruel, tels que je viens de les définir ; à l'exemple de plusieurs géographes espagnols, j'emploie ici le nom de Montes Idubeda dans un sens plus restreint, et je désigne sous ce nom la grande *gibbosité* (selon l'expression de E. de Verneuil) qui termine au sud la Chaîne Ibérique et comprend la Cordillère Hespérique.

2. Les Espagnols désignent sous le nom de Muela (tertre, dent molaire) une butte aux contours arrondis ; le mot Sierra (scie) est réservé aux chaînes de montagnes aux bords escarpés.

les conseils de M. Munier-Chalmas, et que j'ai continuée pendant les belles saisons de 1891 et de 1893.

La carte ci-jointe (fig. 1) sur laquelle j'ai tracé, d'après les travaux de Federico de Botella, la courbe de niveau de 1000 mètres, montre nettement l'existence du plateau de Teruel et ses relations



Fig. 1. — CARTE DE L'ESPAGNE,
MONTRANT LA COURBE DU NIVEAU DE 1000 MÈTRES
(d'après F. de Botella).

I. Chaîne des Pyrénées. — II. Chaîne Serratique. — III. Chaîne Carpétane. — IV. Chaîne Marianique. — V. Chaîne Bétique.— VI. Chaîne Ibérique.— VII. Chaîne Hespérique.

avec les Chaînes Ibérique et Hespérique. Une vallée, occupée aujourd'hui par le Jiloca et le Guadalaviar, coupe le plateau du nord au sud ; cette dépression très ancienne existait déjà à l'époque tertiaire et mettait en communication le bassin de l'Ebre avec

les bassins tertiaires de Valence et d'Alicante; je la désignerai sous le nom de vallée de l'Idubeda (*Cañada del Idubeda)* [1].

Ce plateau joue un rôle très important dans l'hydrographie de la Péninsule Ibérique : c'est en effet dans sa partie orientale que naissent plusieurs des fleuves les plus importants de l'Espagne, dont les uns, comme le Tage, sont tributaires de l'Océan Atlantique, tandis que d'autres, comme le Jucar, le Cabriel, le Guadalaviar, portent leurs eaux dans la Méditerranée ; aussi cette partie de la péninsule peut-elle être considérée comme le nœud hydrographique de l'Espagne, et les collines des environs d'Albarracin sont-elles souvent désignées sur les cartes sous le nom de Monts Universels (*Montes Universales*).

B. — Orographie de la région.

L'altitude moyenne du plateau dépasse 1250 mètres ; il est dominé par un certain nombre de Sierras, méritant à peine le nom de collines, dont la hauteur varie de 1500 à 1800 mètres et dépasse 2000 mètres seulement en quelques sommets. Je vais passer rapidement en revue les plus importantes de ces collines.

1° Chaîne Hespérique.

A l'est de la vallée de l'Idubeda, la Chaîne Hespérique se termine par la *Sierra Menera* et la *Sierra de Albarracin,* formées presque uniquement de terrains primaires ; le *San Gines* (1497 mètres) est le sommet le plus élevé de la première de ces chaînes, et la seconde atteint 1882 mètres à la *Sierra Alta.*

Les contreforts jurassiques et crétacés de la Sierra Alta sont connus sous le nom de *Montes Universales* ; ils forment une série de chaînons plus ou moins parallèles dont les sommets sont généralement occupés par des couches crétacées horizontales, et présentent la forme désignée sous le nom de Muela ; ces hauteurs séparent de profondes vallées, d'orientation générale N.-S. J'ai déjà signalé l'importance des Montes Universales dans l'hydrographie de l'Espagne ; mais cette importance n'est pas due à leur altitude, qui dépasse assez rarement 1600 mètres : la *Muela de San Juan*

1. F. de Botella. — Geografia morfológica y etiológica, p. 75. Madrid, 1886.

(source du Tage et du Guadaliavar) atteint 1870 mètres, et le *Monte Jabalon* 1692 mètres.

2° Chaîne Ibérique.

La Chaîne Ibérique, à son extrémité méridionale, se compose de deux séries de hauteurs parallèles séparées par la vallée tertiaire de l'Idubeda; les collines les plus occidentales, assez peu élevées, atteignent leur point culminant dans la *Sierra de Santa Cruz* au *Pic de la Almenara* (1423 mètres); à l'est de la vallée, la Chaîne Ibérique prend successivement le nom de *Sierra de Virgen*, *Sierra de Vicor*, *Sierra de Cucalon*; sa direction générale est N.O.-S.E. et le pic de *Nostra Santa de Herrera* (1360 mètres) en est un des sommets les plus élevés.

3° Plateau de Teruel, proprement dit.

J'ai indiqué précédemment que l'axe ancien de la Chaîne Ibérique disparaissait à Montalban ; la Sierra de Cucalon est déjà formée en grande partie par des sédiments crétacés ; elle se prolonge par la *Sierra de San Just*, formée des mêmes sédiments, mais dirigée de l'ouest à l'est et atteignant en plusieurs points la hauteur de 1560 mètres. La Sierra de San Just fait partie de la bordure méridionale du bassin de l'Èbre; mais la véritable limite géographique de ce bassin doit être cherchée un peu plus au sud, dans la *Sierra de Gudar*, qui traverse toute la partie orientale du plateau et dont se détachent de chaque côté de nombreuses collines orientées N.N.O.-S.S.E.; toute cette région constitue la partie la plus élevée de l'Idubeda, et son altitude moyenne dépasse 1450 mètres; elle est surmontée par de nombreux sommets qui la dominent à peine, quoique les plus élevés atteignent 1894 mètres (*Monte Tarascon*) et 1757 mètres (*La Palomita*).

Les deux dernières chaînes, la Sierra de San Just et la Sierra de Gudar, qui limitent au sud le bassin de l'Èbre, sont sensiblement perpendiculaires à la direction générale de la vallée de l'Idubeda. Parallèlement à cette vallée et dans le prolongement même de la Chaîne Ibérique, nous trouvons plusieurs collines bien accusées :

A. La *Sierra Palomera*, qui atteint 1529 mètres à la *Peña Palomera;* elle s'élève brusquement au milieu de la grande vallée tertiaire et sépare les bassins miocènes du Jiloca et de l'Alfambra.

B. Une série de hauteurs qui prennent successivement les noms

de *Sierra de San Jaime*, *Sierra Camarena*, *Sierra Javalambre*, et qui limitent à l'est les bassins de l'Alfambra et du Guadalaviar. Quoique à peine plus élevée que la Sierra de Gudar, cette ligne de hauteurs présente beaucoup plus nettement le caractère montagneux, à cause du voisinage de la vallée tertiaire. Son altitude va d'ailleurs en croissant du nord au sud : elle est de 1745 mètres au *San Jaime*, de 1901 à la *Sierra de Camarena*, et atteint 2020 mètres au *Pic de Javalambre*: à partir de ce point, la chaîne s'abaisse rapidement, en bordant toujours à l'est le cours du Guadalaviar.

La carte hypsométrique d'Espagne montre que le Plateau de Teruel s'étend à l'est jusqu'à une distance assez faible de la Méditerranée ; la courbe de niveau de 500 mètres est sensiblement parallèle à la côte entre Tortosa et Sagunto et en est distante de moins de 25 kilomètres. Le long de ce bord oriental on peut observer, non pas une série continue de hauteurs dominant le plateau, mais un certain nombre de massifs reliés par des collines à peine sensibles, séparant les affluents de l'Ebre de plusieurs petits cours d'eau qui descendent directement à la mer. Le principal sommet est la *Peña Golosa* (1813 mètres), qui domine les vallées du Mijares et de ses affluents ; plus au nord se trouvent la *Muela de Ares* et la *Peña del Bel*, qui dépassent 1300 mètres. Cette série de hauteurs se prolonge jusqu'à Mora de Ebro ; mais toute cette région n'est qu'une apophyse du Plateau de l'Idubeda, séparant la partie la plus basse du bassin de l'Ebre des dépôts récents du bord de la Méditerranée ; aussi cette situation particulière entre deux grandes dépressions accuse-t-elle le caractère montagneux de cette contrée, dont l'altitude relativement faible diminue de 1400 mètres à moins de 600 mètres.

C. **Hydrographie de la région**

Un grand nombre de fleuves et de rivières prennent naissance dans ce vaste plateau de l'Idubeda. Comme je l'ai déjà dit, les uns sont tributaires de l'Océan, les autres de la Méditerranée. Je vais les passer rapidement en revue, en décrivant tout d'abord l'hydrographie de la partie occidentale du plateau, celle qui se trouve à l'ouest de la grande coupure de l'Idubeda et qui correspond à la Chaîne Hespérique.

1° **Tage.** — Le Tage prend sa source à *Fuente Garcia* (1593 m.)

au pied de la Muela de San Juan (1870 m.), un des sommets les plus élevés des Montes Universales. Son cours supérieur, orienté S.E.-N.O., est sensiblement parallèle à la direction de la Chaîne Hespérique telle que je l'ai définie ; aux environs de Trillo, le Tage quitte les hauts plateaux pour entrer dans le bassin tertiaire de la Nouvelle Castille. Ses premiers affluents de droite, le *Cabritta* et le *Gallo*, descendent de la Sierra de Albarracin et recueillent les eaux de la Sierra Menera, c'est-à dire de l'axe même de la Chaîne Hespérique, tandis que les premiers affluents de gauche, le *Guadiela* et le *Cuervo*, naissent sur le bord occidental du plateau et au Cerro de San Felipe, qui en est le point culminant.

2° Jucar. — Au même Cerro prend naissance le Jucar, qui de Tragacete à Cuenca coule vers le S. O., dans des ravins souvent très profonds creusés dans le Jurassique et le Crétacé. A Cuenca, il pénètre dans le plateau tertiaire de la Nouvelle Castille et recueille les eaux de toute la partie sud-est de ce plateau pour les conduire à la Méditerranée près de Cullera.

3° Cabriel. — Le cours du Cabriel est sensiblement parallèle à celui du haut Jucar ; cette rivière naît près de Frias, à quelques kilomètres à peine des sources du Tage ; après avoir reçu de nombreux affluents qui descendent de la partie méridionale des Montes Universales et le *Rio Guadazaon* qui lui apporte les eaux de la Sierra de Valdemeca, elle se réunit au Jucar dans la province de Valencia, à Cofrentes.

Les différents cours d'eau que je viens de citer intéressent seulement le bord occidental du Plateau de Teruel, c'est-à-dire la Chaîne Hespérique proprement dite. Le Guadalaviar et le Jiloca, dont je vais parler maintenant, recueillent les eaux de la partie médiane du plateau et coulent dans cette dépression nord-sud que j'ai désignée sous le nom de Vallée de l'Idubeda.

4° Guadalaviar [1]. — Le Guadalaviar prend sa source au pied de la Muela de San Juan, à 8 kilomètres environ de Fuente Garcia (naissance du Tage). Il coule d'abord de l'ouest à l'est, sur le versant nord des Montes Universales, depuis Griegos jusqu'à Albarracin et Gea. Dans tout ce parcours, le lit du fleuve est fortement en-

1. Le *Guadalaviar* est quelquefois désigné sur les cartes sous les noms de *Rio Turia* ou encore *Rio Blanco*. Les habitants du pays se servent assez communément de la première dénomination; la seconde n'est que la traduction castillane du mot Guadalaviar tiré de l'arabe.

caissé et bordé par de hautes murailles de calcaire jurassique; c'est ainsi qu'à Albarracin, le Guadalaviar traverse la ville dans un ravin (barranco) ayant près de 200 mètres de profondeur.

Malgré les nombreux petits ruisseaux qui viennent se joindre au haut Turia durant tout ce parcours, le débit du fleuve est relativement peu important, sauf après les grandes pluies ou au moment de la fonte des neiges ; pendant la belle saison, le fleuve peut se traverser à pied dans presque tous les endroits où son lit est accessible.

A Gea, le Guadalaviar entre dans le bassin tertiaire de Teruel et son cours devient plus régulier ; il coule vers l'est jusqu'à Teruel, mais là, il change brusquement de direction et se dirige vers le S.S.E. en suivant l'axe même de l'ancienne dépression de l'Idubeda. Au sud d'Ademuz, le Guadalaviar quitte la vallée tertiaire, traverse les chaînes secondaires du royaume de Valence et va se jeter dans la Méditerranée à quelques kilomètres de cette capitale.

Son affluent le plus important est le *Rio Alfambra*, qui prend naissance dans la Sierra de Gudar et se dirige d'abord vers le N. O., à travers le haut plateau crétacé d'Aliaga ; mais bientôt le Rio franchit le prolongement de la Sierra de San Jaime, change brusquement de direction et entre dans la vallée tertiaire de l'Idubeda ; il coule alors vers le S.S.O. au milieu de sédiments miocènes qui le bordent sans interruption jusqu'à Teruel, où il se réunit au Guadalaviar. Jusqu'à leur confluent, les directions générales des deux rivières sont donc à angle droit ; mais, à partir de Teruel, comme je l'ai dit plus haut, le fleuve Guadalaviar, ayant tourné brusquement vers le sud, a épousé la direction de son affluent et suivi comme lui l'ancienne vallée tertiaire ; on ne saurait donc mieux comparer les deux rivières espagnoles qu'au Rhône et à la Saône, en France. A leur confluent, le débit moyen du Turia est un peu plus important que celui de son affluent l'Alfambra, mais le cours de ce dernier est beaucoup plus long que celui du fleuve lui-même.

5° Jiloca. — Dans la partie occidentale de la même vallée miocène, parallèlement à l'Alfambra, mais avec une direction opposée, coule le Jiloca, sous-affluent de l'Ebre, qui va se jeter dans le Jalon à Calatayud. Il prend sa source près de Cella (1041 mètres) à 12 kilomètres environ du cours du Guadalaviar, dont il est séparé par un bombement à peine sensible qui interrompt la vallée tertiaire un peu au nord de Teruel ; dans cette région, la limite des bassins de l'Ebre et du Guadalaviar n'est pas plus indiquée que celle des bassins de la Seine et de la Loire au nord d'Orléans. Pendant tout

son cours supérieur, de Cella à Monreal del Campo, le Jiloca est séparé de l'Alfambra par la chaîne jurassique de la Peña Palomera; mais dans toute cette partie, c'est à peine si la rivière existe : toutes les eaux de la fontaine de Cella et celles des nombreux ruisseaux qui descendent de la Peña Palomera et des contreforts jurassiques de la Sierra d'Albarracin sont recueillies dans des canaux d'irrigation, et servent à fertiliser la plaine étroite qui s'étend de Cella à Villafranca ; aussi quelques géographes ont-ils placé, à tort, les sources du Jiloca aux environs de Monreal del Campo. Dans tout son cours inférieur, le Jiloca suit la bordure occidentale de l'ancienne vallée tertiaire qui, à partir de Calamocha, occupe l'axe même de la Chaîne Ibérique.

6° Affluents de l'Ebre. — De nombreux affluents de l'Ebre prennent leur source dans la partie septentrionale du plateau de l'Idubeda. Le *Rio Huerva*, le *Rio Aguas* et son affluent le *Rio Almonacid*, le *Rio Martin* descendent de l'un ou de l'autre versant de la Sierra de Cucalon ; après avoir suivi pendant un certain temps la direction même de la chaîne ancienne, ils en traversent les contreforts jurassiques et pénètrent dans la plaine de l'Ebre en suivant des lignes de plus grande pente sensiblement parallèles.

Le *Rio Guadalope* prend naissance au centre même de la partie orientale du plateau de Teruel, dans la Sierra de Gudar, à quelques kilomètres à peine des sources de l'Alfambra. Il reçoit la plus grande partie des eaux qui ruissellent entre les deux chaînes parallèles de Gudar et de San Just ; à Mas de las Matas il entre dans la plaine tertiaire de l'Ebre et son cours devient alors parallèle à ceux des affluents dont je viens de parler.

Le *Rio Bergantes*, qui descend de la Muela de Ares, vient se réunir au Guadalope près de Mas de las Matas et lui apporte une grande partie des eaux du bord oriental du plateau ; les autres se réunissent pour former le *Matarraña*, qui prend sa source près de Morella et va se jeter dans l'Ebre à Fayon.

7° Rivières se jetant directement dans la Méditerranée. — Un grand nombre de petites rivières, sensiblement parallèles, descendent de la partie orientale du plateau et se jettent dans la Méditerranée après un trajet le plus souvent très court ; la plus importante de beaucoup est le *Rio Mijares*, qui prend naissance dans les Sierras de Gudar et de San Jaime et vient tomber dans la Méditerranée un peu au sud de Castellon, après avoir reçu de nombreux ruisseaux qui descendent de la Peña Golosa et de la Sierra de Java-

lambre : le plus considérable d'entre eux est le *Monlleo* qui contourne au nord la Peña Golosa.

Enfin, entre le Mijares et le Turia, et séparé de chacun d'eux par des contreforts de la Sierra Javalambre, coule le *Rio Palancia*, qui prend naissance au sud-ouest de la province de Teruel et va se jeter dans la Méditerranée près de Sagunto ; son cours N.O.-S.E. est sensiblement parallèle à celui du Mijares.

Après cette rapide description du Plateau de Teruel, je vais étudier successivement chacun des terrains qui entrent dans sa constitution géologique, en insistant spécialement sur les axes primaires des Cordillères Ibérique et Hespérique et sur leurs contreforts triasiques et jurassiques. Le grand affleurement crétacé d'Aliaga et de Morella, qui s'étend à la limite des royaumes d'Aragon et de Valence, fera l'objet d'un travail ultérieur et je ne décrirai ici que les lambeaux crétacés qui se trouvent dans l'axe même des deux cordillères et qui sont les témoins de la grande transgression des mers albienne et cénomanienne. Enfin, j'étudierai rapidement le bassin tertiaire de la vallée de l'Idubeda qui faisait communiquer les lagunes et les lacs oligocènes et miocènes de l'Ebre avec ceux de Valence et du Sud de l'Espagne. Ce travail se termine par quelques considérations sur l'histoire géologique de la région et sur les mouvements qui l'ont affectée aux diverses époques.

BIBLIOGRAPHIE

D'assez nombreux travaux ont été publiés sur le Sud de l'Aragon; dans la liste qui termine ce chapitre, j'ai indiqué seulement ceux qui renferment des renseignements géologiques spéciaux à la région que j'ai parcourue.

L'étude de ces différents travaux montre qu'on peut distinguer trois périodes bien nettes dans l'histoire des progrès de la géologie du Sud de l'Aragon :

La première période (1754-1850) comprend les « *Introductions à l'histoire naturelle de l'Espagne* » qui ont paru dans la seconde moitié du siècle dernier, ainsi que diverses notes locales publiées de 1840 à 1850 sur les environs de Libros, où l'on exploitait activement le soufre, et sur le district d'Albarracin, riche en minerais de fer; malgré l'intérêt de ces dernières notes, cette période est assez peu importante, et la géologie du Sud de l'Aragon était presque entièrement ignorée en 1850, lors des premiers voyages que de Verneuil fit dans la péninsule.

La deuxième période correspond aux travaux de E. de Verneuil, de ses divers collaborateurs et de ses contemporains. De 1850 à 1869, de Verneuil publia, seul ou en collaboration avec Casiano de Prado, Collomb, de Lorière et Lartet, de très nombreuses notes géologiques qui intéressent l'Aragon et les régions voisines, et dans lesquelles sont indiqués de main de maître les grands traits de la constitution géologique de cette partie de l'Espagne. La seconde édition de la Carte géologique de l'Espagne, publiée en 1869 par de Verneuil et Collomb, est demeurée, jusqu'en ces dernières années, la meilleure carte de la péninsule : elle constitue un véritable monument scientifique et place ses auteurs, et en particulier de Verneuil, au premier rang des géologues qui ont étudié l'Espagne. A la même

époque (1865-1869), Coquand publiait des études paléontologiques et géologiques qui complétaient les travaux de E. de Verneuil sur la région de Teruel, et Vilanova faisait paraître une belle description géognostique de cette province.

Depuis 1873, la Commission de la Carte géologique d'Espagne a publié dans son *Boletin* et dans ses *Memorias* de nombreuses notes et monographies régionales ; sous la direction de Fernandez de Castro et de M. Egozcue y Cia, de savants ingénieurs ont étudié avec détail les diverses provinces et complété les renseignements dus aux géologues dont j'ai cité les noms plus haut. A cette troisième période se rattachent les études de Donayre (1873) et de M. Palacios (1892) sur la province de Saragosse, de M. de Cortázar (1885) et de M. Leandro Calvo (1895) sur la province de Teruel.

Je vais examiner rapidement les plus importants de ces différents travaux en indiquant en quelques mots leurs principaux résultats ; une courte analyse bibliographique, placée au début de chacun des chapitres qui suivent, montrera la part qui revient, dans la description géologique du Sud de l'Aragon, aux différents géologues qui m'ont précédé et particulièrement à ceux qui appartiennent aux deux dernières périodes.

Dans leurs *Introductions à l'histoire naturelle de l'Espagne*, J. Torrubia [56] et plus tard Bowles [11] signalent le gisement fossilifère de Concud ; mais ils rapportent à l'homme et aux animaux domestiques les os des Mammifères du Miocène supérieur et croient trouver à Concud les traces d'une grande bataille ou encore du déluge de la Bible, ce qui n'est pas étonnant si l'on songe aux dates de publication de leurs écrits.

En 1841, Max Braun [12] publia une note très intéressante sur le gisement de soufre de Libros ; il donna du Tertiaire de cette localité une coupe très détaillée et très complète, qui, depuis, a été reproduite, souvent sans modification, par les auteurs qui ont décrit la province.

Amalio Maestre [46], en 1845, confirma les études de Braun et donna une bonne description des environs de Teruel : s'il ne précisa pas l'âge du gisement fossilifère de Concud, il montra du moins qu'il ne renfermait pas d'ossements actuels ou quaternaires ; le premier, il signala dans ces terrains la présence de cristaux de *dolomie*, qu'il considérait comme non décrits et qu'il désignait sous le nom de *Téruelite*.

La description géologique du district d'Albarracin [53], par SANTIAGO RODRIGUEZ, est le premier travail géologique réellement important qui ait été publié sur cette région. Le savant ingénieur donne une excellente description des environs d'Albarracin, de Torres et de toute la Sierra Alta; il étudie avec soin les quartzites et les schistes primaires d'Orihuela et de Noguéra, le Trias et les calcaires dolomitiques de Torres, le Lias fossilifère, l'Oolithe et l'Oxfordien des environs d'Albarracin; presque toutes les conclusions de ce travail ont été confirmées par les observations ultérieures, et la note de Santiago Rodriguez est tout à fait remarquable, eu égard à l'époque à laquelle elle a été publiée [1851].

C'est de la même époque que datent les premières publications de E. DE VERNEUIL sur la Péninsule Ibérique; je n'examinerai ici que les principaux résultats publiés par le savant français et ses collaborateurs et, dans l'étude des différents terrains, j'insisterai sur l'importance de leurs découvertes.

A la suite de leur voyage en Espagne en 1852, DE VERNEUIL et COLLOMB [61] signalent la présence du Cénomanien à la Muela de San Juan, de l'Oxfordien et du Lias dans les Sierras Camarena et Javalambre, et surtout dans les Montes Universales; du Trias, représenté par ses trois termes habituels, dans la Sierra d'Albarracin, et des quartzites siluriens de Collado de la Plata, de Torres et d'Orihuela. Les traits généraux de la géologie de la Chaîne Hespérique étaient ainsi fixés par les deux savants français, qui, dans leur voyage, furent souvent aidés et guidés par l'éminent ingénieur CASIANO DE PRADO.

L'année suivante, DE VERNEUIL et DE LORIÈRE [64] parcoururent la Chaîne Ibérique et le Plateau de Teruel; dans leur relation de voyage, ils indiquent l'existence de deux chaînes siluriennes bordant de chaque côté la vallée tertiaire du Jiloca, et décrivent rapidement les contreforts secondaires de la Chaîne Ibérique et les assises tertiaires qui les recouvrent. Le Plateau de Teruel, avec les arêtes jurassiques de la Palomera et de la Sierra de San Jaime, la grande région crétacée d'Aliaga et de San Just et les lambeaux miocènes relevés à plus de 1,500 mètres d'altitude sont très nettement indiqués dans ce travail.

Dix ans plus tard, DE VERNEUIL et LARTET [68] étudiaient de nouveau l'extrémité de la Chaîne Ibérique et, en particulier, les environs de Segura. La coupe géologique de La Josa à Torre los Negros, qui montre nettement l'existence du Dévonien, du Trias, du Crétacé

terminé par les calcaires à *Lychnus* et du Tertiaire, donne une idée très nette de la constitution géologique de la région ; cette même note contient des renseignements très intéressants et très précis sur le Jurassique et le Crétacé des environs de Montalban et d'Obon.

De Verneuil publia en outre beaucoup de petites notes précisant certains points de la géologie espagnole, et communiqua à d'Archiac un assez grand nombre de documents qui se retrouvent dans les différents volumes de l'Histoire des progrès de la géologie [**4**].

Les travaux de Coquand [**22** à **25**] sur la géologie de la province de Teruel intéressent surtout le plateau crétacé, riche en lignites, des environs d'Utrillas et d'Aliaga. Coquand montre l'importance géologique et industrielle de l'Aptien et signale la présence du Gault et de toute la série crétacée supérieure, très bien développée dans une partie du Plateau de Teruel que je ne décrirai pas dans mon travail. Coquand décrivit en outre la bordure jurassique septentrionale de ce bassin crétacé et montra, contrairement à l'opinion d'Alcibar, qu'il n'existe nulle part « aucune promiscuité, dans un même banc, des fossiles de la période jurassique entière et même d'espèces tertiaires », que les différentes zones du Lias sont partout nettement tranchées et caractérisées par leurs faunes habituelles, et enfin que l'Oolithe inférieure et le Kimeridgien sont souvent bien représentés dans la région.

Le premier travail d'ensemble qui ait paru sur la province de Teruel est un *Essai de description géognostique*, dû à Vilanova [**72**] ; dans ce livre, où l'on trouve des renseignements très intéressants sur la géographie, la météorologie et l'agronomie, la partie relative à la géologie proprement dite manque parfois d'intérêt. Vilanova s'attacha surtout à la description pétrographique des principaux terrains et à leur extension dans la province ; il donna de très longues listes de fossiles, trouvés par ses prédécesseurs et par lui, et chercha à démontrer, par ces listes, que tous les étages des séries jurassique et crétacée sont représentés dans la région ; malheureusement, les coupes détaillées et les faits nettement précisés sont rares dans le travail de Vilanova, et ses successeurs n'ont retenu, le plus souvent, que les faits déjà indiqués par de Verneuil.

Les travaux des membres de la Commission de la Carte géologique ont une importance beaucoup plus grande, et je reviendrai, à différentes reprises, sur les principaux résultats obtenus par les ingénieurs qui ont décrit le Sud de l'Aragon.

En 1873, Martin Donayre [**30**] donna une excellente description

géologique de la province de Saragosse, où sont nettement indiquées l'extension et la faune des principaux terrains rencontrés dans la province.

En 1893, M. Palacios [51] reprit l'étude de la région méridionale de la même province et en particulier des environs de Daroca ; sa note est de beaucoup la plus complète parmi toutes celles qui ont été publiées sur cette région. La description qu'il nous donne de la partie ancienne de la Chaîne Ibérique est très remarquable ; elle m'a été fort utile et j'aurai l'occasion d'en citer les principaux résultats.

L'*Esquisse géologique de la province de Teruel*, par M. de Cortázar [27], est l'un des travaux les plus intéressants qui aient été publiés par la Commission de la Carte géologique d'Espagne ; c'est dans la province de Teruel que j'ai fait les recherches les plus nombreuses et c'est elle, en grande partie, qui fait l'objet de ce travail : je serai donc souvent amené à parler du mémoire de M. de Cortázar. De Verneuil, qui avait parcouru rapidement la région, avait seulement tracé les grands traits de sa constitution géologique ; M. de Cortázar précise l'extension des différents terrains, en indique nettement les divers faciès et fait connaître la faune de très nombreuses localités fossilifères. Les excursions faites par M. de Cortázar ont été trop peu nombreuses pour lui permettre d'étudier en détail les différents étages et de distinguer, par exemple, les divers termes des séries jurassique et crétacée ; mais les horizons les plus fossilifères y sont toujours nettement précisés. D'ailleurs le savant géologue espagnol s'était proposé de « résumer rapidement la géologie et la géographie de la province » ; or son mémoire est plus qu'un résumé et sa carte mieux qu'une esquisse.

Tout récemment, M. Leandro Calvo [18] publia une étude des environs d'Albarracin. L'auteur, qui habite la région et qui l'a parcourue avec soin, en donne une excellente description pétrographique ; les coupes détaillées qui accompagnent ce travail montrent nettement la succession des différentes faunes du Lias, du Jurassique moyen, et de la base du Jurassique supérieur ; mais il me faut faire quelques réserves au point de vue paléontologique, et la succession des faunes indiquée par l'auteur ne me paraît pas conforme à la réalité ; quoi qu'il en soit, le travail de M. Calvo est des plus intéressants *au point de vue stratigraphique.*

LISTE DES OUVRAGES RELATIFS A LA GÉOLOGIE

DU SUD DE L'ARAGON

1. **Aloibar (Martinez).** — 1856. Sobre el carbon mineral de la provincia de Teruel — *Revista Minera*, t. VII.

2. **Aloibar (Martinez).** — 1862. Monografia geognostica de la cuenca carbonifera de Val de Arino.

3. **Aldana (Lucas de).** — 1862. Memoria sobre los depositos carboniferos de Utrillas y Gargallo — *Revista Minera*, t. XIV.

4. **Archiao (d').** — 1844-1859. Histoire des progrès de la géologie, t. II, V, VII, VIII.

5. **Barrande.** — 1859. Etat actuel des connaissances acquises sur la faune primordiale — *B. S. G. F.*, 2e sér., t. XVI.

6. **Bory de Saint-Vincent.** — 1823. Guide du voyageur en Espagne.

7. — — 1827. Résumé géographique de la péninsule ibérique.

8. **Botella y de Hornos (de).** — 1879. Mapa geológico de España y Portugal. Madrid. Echelle 1 : 2.000.000.

9. **Botella y de Hornos (de).** — 1890. Mapa hipsometrico de España y Portugal Madrid. Echelle 1 : 2.000.000

10. **Botella y de Hornos (de).** — 1892. España y sus antiguos mares, las formas, las causas, las leyes. Madrid.

11. **Bowles (Guillermo).** — 1775. Introduccion à la historia natural y la geografia fisica de España. Madrid — (Traduction par le Vicomte de Flavigny. Paris, 1776.)

12. **Braun (Max.).** — 1841. Note sur un gisement de soufre et sur le terrain qui le renferme dans la province de Teruel — *B. S. G. F.*, 1re sér., t. XII, p. 169.

13. **Calderon (Salvador).** — 1876. Enumeración de los Vertebrados fósiles de España — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. V.

14. **Calderon (Salvador).** — 1885. Ensayo orogénico sobre la Meseta central de España — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XIV.

15. **Calderon (Salvador).** — 1886. Aperçu général du relief et régions géologiques de l'Espagne — *Annuaire du Dr Dayincourt*, t. II, page 156.

16. **Calderon (Salvador).** — 1888. Consideraciones del professor Suess sobre la Meseta central española — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XVII, Actas, p. 123.

17. **Calderon (Salvador).** — 1896. Origen de la sal común y de los sulfatos de los terrenos terciarios lacustres de la peninsula — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2me sér., t. IV.

18. **Calvo (Leandro).** — 1893. Geologia de los alrededores de Albarracin — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. XX.

19. **Choffat.** — 1880. Etude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal — (Section des travaux géologiques du Portugal).

20. **Choffat.** — 1887-1893. Article Espagne dans l'*Annuaire géologique universel.*

21. **Comisión del Mapa geológico de España.**— 1889-1893. Cartes géologiques de l'Espagne. Echelles 1 : 400.000 et 1 : 1.500 000.

22. **Coquand.** — 1865. Monographie de l'étage aptien de l'Espagne. Marseille.

23. — 1866. Modifications à apporter dans le classement de la craie inférieure — *B. S. G. F.*, 2e sér., t. XXIII.

24. **Coquand.** — 1869. Description géologique de la formation crétacée de la province de Teruel (ancien royaume d'Aragon) — *B. S. G. F.*, 2e sér., t. XXVI.

25. **Coquand.** — 1869. Monographie du genre Ostræa. Terrain crétacé. Marseille.

26. **Cortázar (de).** — 1875. Descripcion física, geológica y agrológica de la provincia de Cuenca — *Mem. Com. Map. geol. Esp.*, t. III.

27. **Cortázar (de).** — 1885. Bosquejo físico, geológico y minero de la provincia de Teruel — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. XII.

28. **Dereims.** — 1893. Nouvelles observations sur la géographie physique du Plateau de Teruel — *Annales de Géographie*, t. II.

29. **Deslongchamps (E.).**— 1863. Brachiopodes recueillis par M. de Verneuil dans le Lias de l'Espagne — (Etudes critiques sur des Brachiopodes nouveaux ou peu connus, 1er vol., p. 64, pl. XI et XII).

30. **Donayre (Martin).** — 1873. Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza — *Mem. Com. Map. geol. Esp.*, t. I.

31. **Ezquerra del Bayo.** — 1845. Indicaciones geognosticas sobre las formaciones terciarias del centro de España — *Anales de Minas*, t. III.

32. **Ezquerra del Bayo.** — 1850. On the geology of Spain — *Quart. Journ. geol. Soc. London*, t. VI.

33. **Ezquerra del Bayo.**— 1850. Structura geológica de España — *Mem. real. Acad. Ciencias, Madrid* vol. I; part. I, p. 35, part. II, p. 73.

34. **Ezquerra del Bayo.** — 1850. Sobre la geologia de España — *Mem. real. Acad. Ciencias Madrid.*

35. **Ezquerra del Bayo.** — 1854-1857. Ensayo de una descripción general de la structura geològica de España — *Mem. real. Acad. Ciencias, Madrid.*

36. **Gervais (P.).** — 1852. Description des ossements fossiles de Mammifères rapportés d'Espagne par MM. de Verneuil, Collomb et de Lorière — *B. S. G. F.*, 2e sér., t. X.

37. **Guzman (Narciso).** — 1855. Apuntes sobre las principales minas de los distritos de Torres y Gea, en la provincia de Teruel — *Revista Minera*, t. VI.

38. **Hausman.** — 1830. Sur la constitution géologique de l'Espagne — *Annales des Mines*, 2e sér., t. VII.

39. **Humbolt (de).** — 1823. Sur la forme et le climat du plateau de la Péninsule ibérique — Hertha, vol. IV.

40. **Jacquot.** — 1866. Esquisse géologique de la Serrania de Cuenca — *Annales des Mines*, t. IX.

41. **Landerer (Jose).** — 1878. Ensayo de una descripción del piso tenéncico. — *Mem. Hist. nat.*, t. VII.

42. **Leplay.**— 1834. Itinéraire d'un voyage en Espagne — *Annales des Mines*, 3e sér. t. V.

43. **Mac-Pherson.** — 1879. Breve noticia acerca de la especial estructura de la peninsula iberica — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. VIII.

44. **Mac-Pherson.** — 1886. Relacion entre la forma de las costas de la peninsula iberica, sus principales lineas de fractura y el fondo de sus mares — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XV.

45. **Mac-Pherson.**— 1888. Del caracter de las dislocaciones de la peninsula iberica — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XVII.

46. **Maestre (Amalio).** — 1845. Descripcion geognostica y minera del distrito de Cataluña y Aragon — *Anales de minas*, t. III.

47. **Maestre (Amalio).** — 1863. Carte géologique de l'Espagne et du Portugal. Echelle 1 : 2.000.000.

48. **Mallada.** — 1875-1891. Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España — *Bol. Com. Map. geol. Esp.:* Sistemas paleozóicos, t. II, 1875; Sistema triasico, t. VII, 1880; Sistema jurásico, t. XI, 1884; Sistema cretaceo t. XIV, 1887. — Catalogo general de las especies fósiles encontradas en España, t. XVIII, 1891.

49. **Neumayr.** — 1835. Die geographische Verbreitung der Juraformation.

50. **Paillette.** — 1849. Sur les formations tertiaires de l'Espagne — *Quart. Journ.*, vol. VI.

51. **Palacios.** — 1892. Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. XIX.

52. **Quiroga.** — 1873. La Teruelita — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. II.

53. **Rodriguez (Santiago).** — 1851. Descripcion geológica del antiguo corregimiento de Albarracin en la provincia de Teruel — *Revista Minera*, t. II, pages 39, 65, 451.

54. **Soba (Fernandez).** — 1865. Datos para la historia de los restos fósiles de los grandes mamiferos enterados en las capas terrestres de España — *Revista minera*, t. XVI.

55. **Thalacker.** — 1873. Observacion geognostica desde Madrid a Teruel — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.* t. II.

56. **Torrubia.** — 1754. Aparato para la historia natural española, avec 14 planches de fossiles.

57. **Verneuil (de).**— 1850. Notice on the geological structur of Spain — *Report of the British Association.*

58. **Verneuil (de).** — 1852. Notice sur la structure géologique de l'Espagne — *Annuaire de l'Institut des provinces.*

59. **Verneuil (de).** — 1852. Del terreno cretaceo en España — *Revista minera*, t. III, p. 339, 361, 464.

60. **Verneuil (de).** — 1853. Nota con motivo de dos cortes geológicos generales — *Revista minera*, t. IV.

61. **Verneuil (de) et Collomb.** — 1853. Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne — *B. S. G. F.*, 2e sér., t. X.

62. **Verneuil (de) et Collomb.** — 1853. Note à l'occasion de deux coupes géologiques faites à travers l'Espagne, du nord au sud et de l'est à l'ouest —

C. R. Ac. Sc., t. XXXVI, p. 496. — Note traduite en espagnol dans *Revista minera*, t. IV, 1853.

63. **Verneuil (de).** — 1853. Notice sur la structure géologique de l'Espagne — *Annuaire Institut des provinces.* Caen.

64. **Verneuil (de) et Lorière (de).** — 1854. Observations géologiques et tableau des altitudes observées en Espagne pendant l'année 1853 — *B. S. G. F.*, 2e sér., t. XI.

65. **Verneuil (de) et Lorière (de).** — 1854. Resumen de las proposiciones mas importantes deducidas del viaje geológico por algunas provincias de España — *Revista minera*, t. V.

66. **Verneuil (de), Collomb et de Lorière.** — 1855. Note pour accompagner le tableau orographique d'une partie de l'Espagne — *C. R. Ac. Sc.*, t. XL.

67. **Verneuil (de) et Collomb.** — 1856. Observations géologiques et barométriques faites en Espagne en 1855 — *B. S. G. F.*, 2e sér., t. XIII.

68. **Verneuil (de) et Lartet.** — 1863. Note sur le calcaire à Lychnus des environs de Segura (Aragon) — *B. S. G. F.* 2e sér., t. XX.

69. **Verneuil (de) et de Lorière.** — 1868. Description des fossiles du Néocomien supérieur de Utrillas et de ses environs (Province de Teruel). Le Mans.

70. **Verneuil (de) et Collomb.** — 1864-1869. Cartes géologiques de l'Espagne et du Portugal au 1 : 1.500.000 ; 1re édition, 1864 ; 2e édition, 1869 ; explication sommaire de la carte, 1869.

71. **Verneuil (de) et Collomb.**— 1864. Note sur la carte géologique de l'Espagne et du Portugal — *C. R. Ac. Sc.*, t. LIX.

72. **Vilanova.**— 1863. Ensayo de descripcion geognostica de la provincia de Teruel. Madrid.

73. **Vilanova.** — La Teruelita ; el azabache y el ambar de la cuenca de Utrillas. — *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. III.

74. **Vilanova.** — 1881. Sur la Téruelite ; ressemblance entre la Sierra Nevada d'Espagne et la Sierra Nevada de l'Amérique du Nord — *B. S. G. F.*, 2e sér., t. VIII.

75. **Willkomm (Moritz).** — 1852. Die Strand und Steppengebiete der iberischen Halbinsel und deren Vegetation, avec une carte géologique et botanique. Leipsig.

76. **Zittel.** — 1864. Versteinerungen aus Spanien gesendet von D. Vilanova y Piera — *Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt.* 13 Sept. 1864, p. 138.

STRATIGRAPHIE

La région que j'ai étudiée forme le bord oriental de la Meseta et présente une série assez complète de terrains sédimentaires. Je n'ai rencontré nulle part d'assises antérieures au Cambrien moyen; mais l'Acadien [1], le Potsdamien, l'Ordovicien, le Gothlandien et le Coblentzien sont représentés par des couches souvent puissantes et parfois assez fossilifères. Les terrains primaires plus récents que le Coblentzien semblent manquer dans la région : ils ont été probablement recouverts par les sédiments triasiques, qui reposent en transgression très nette sur le Silurien et le Dévonien.

Le Trias est bien développé dans tout le Sud de l'Aragon et il supporte une belle série jurassique, dont presque tous les termes sont fossilifères. Le Crétacé repose directement sur le Jurassique; il est très puissant à l'est de la région que je vais décrire, dans le grand plateau d'Aliaga : là, tous les étages crétacés, du Valanginien au Danien, sont très bien représentés et tous riches en fossiles; dans les Chaînes Ibérique et Hespérique les seuls terrains fossilifères que j'aie rencontrés sont le Gault, le Cénomanien et le Danien, très localisé dans la Roche; l'émersion de cette partie de la Meseta a dû commencer vers la fin de l'époque turonienne et a été définitive après le dépôt des calcaires à *Lychnus* de Segura.

Dès la fin de l'Eocène inférieur, le grand bassin tertiaire de l'Ebre a commencé à se former, et c'est peut-être de la même

1. Dans mon travail, j'adopterai, pour désigner chacun des étages, les noms proposés par MM. Munier-Chalmas et de Lapparent dans leur Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XXI, p. 438. 1893.)

époque que date la vallée tertiaire de l'Idubeda ; au régime marin ont succédé successivement les régimes laguno-saumâtre et laguno-lacustre : les conglomérats de base et les marnes gypseuses ne sont pas fossilifères et leur âge est difficile à préciser ; mais les calcaires supérieurs, laguno-lacustres, renferment une riche faune caractéristique de l'époque pontienne. A la fin du Miocène supérieur tout le Sud de l'Aragon a été complètement émergé ; les sédiments pleistocènes existent dans la région, mais ils sont rares et représentés seulement par quelques tufs et par les argiles à ossements de la grotte d'Allueva.

I

CAMBRIEN

Bien qu'il soit difficile, dans la région que j'ai parcourue, de séparer nettement, au point de vue stratigraphique, le Cambrien de l'Ordovicien, j'étudierai séparément chacun de ces deux étages : en Espagne, comme partout ailleurs, ils présentent au point de vue paléontologique des différences telles que beaucoup de géologues considèrent le Cambrien comme un système et non comme une division du Silurien. D'ailleurs, les dépôts cambriens de l'Espagne étaient déjà distingués par de Verneuil et Collomb dans leur Carte géologique (2e édition, 1868); en 1876, MM. Egozcue et Mallada [1], et en 1882 M. Barrois [2] ont adopté le système cambrien, dont l'usage a été consacré, pour l'Espagne, par la Commission de la Carte géologique.

Historique

Le Cambrien est très bien développé dans la Chaîne Ibérique. De Verneuil [3], le premier, en 1863, signala l'existence de la faune primordiale près de Murero, au nord de Daroca. En 1873, M. Felipe Donayre, dans son Esquisse de description géologique de la province de Saragosse [30], confirma la découverte de E. de Verneuil,

1. Egozcue et Mallada. — *Mem. Com. Mapa geol. España.* — Province de Caceres. 1876.

2. Ch. Barrois. — Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. 1882.

3. De Verneuil et Lartet [68]. — Voir aussi *Revista Minera*, t. XIII, p. 479.

et recueillit de nombreux *Paradoxides* et *Conocephalites* dans les schistes argileux de Murero. En 1892, M. Pedro Palacios [**51**] reprend l'étude de la partie méridionale de la province de Saragosse ; il décrit avec soin la bande cambrienne du Jiloca, étudie l'allure et la faune des couches fossilifères qu'il a pu suivre depuis Daroca jusqu'au nord de Villafeliche, et rattache au Cambrien toute la succession de schistes et de quartzites inférieure aux couches à *Cruziana* d'Atea ; enfin, s'appuyant sur l'identité de faciès minéralogique, il attribue au Cambrien les schistes des environs de Romanos. Ce travail, très consciencieux, est le plus important de tous ceux qui ont été publiés sur la partie ancienne de la province de Saragosse.

Distribution du Cambrien et descriptions locales

J'ai représenté sur la carte (Pl. I) l'extrémité méridionale de la Chaîne Ibérique (provinces de Saragosse et de Teruel). On y voit nettement l'existence de deux bandes primaires, séparées par la vallée miocène du Jiloca. La coupe de Cubel à Herrera (fig. 2), prise perpendiculairement à la direction même de la chaîne, nous montre que ces deux bandes font partie d'un même anticlinal affecté par une faille aujourd'hui cachée par les terrains tertiaires.

La bande occidentale est formée par les schistes et quartzites cambriens de Daroca et de Balconchan, recouverts par les couches ordoviciennes de la Sierra de Santa-Cruz ; ces différentes assises ont une inclinaison variable, mais plongent constamment vers le S. O. ; elles appartiennent toutes au flanc occidental de l'anticlinal, et la faune primordiale apparaît nettement le long du Jiloca (α).

La bande orientale est séparée de la précédente par le plateau miocène de Campo Romano ; de Romanos à l'est de Badules, la coupe traverse des schistes et des grès cambriens, souvent très fossilifères (β), d'inclinaison S. O. : c'est la réapparition, par suite de la faille, des couches fossilifères du Jiloca (α), et ces schistes font encore partie du flanc ouest de l'anticlinal dont l'axe apparaît nettement au pied du San Bartolomé ; à partir de là, il est facile d'observer, vers l'est, une succession ininterrompue de dépôts qui appartiennent au Cambrien, à l'Ordovicien et au Gothlandien inférieur ; ils constituent le flanc est de l'anticlinal et sont recouverts en discordance par les dépôts triasiques d'Herrera.

La vallée du Jiloca, ou mieux la vallée tertiaire de l'Idubeda (Ca-

ñada del Idubeda) est donc bordée de chaque côté par des dépôts cambriens dont l'importance apparaît nettement sur la coupe ci-jointe [1] ; l'extension de ces dépôts a été indiquée aussi exactement que possible sur la carte (Pl. I), dont la lecture me dispense d'une description détaillée. Je vais étudier successivement le Cambrien dans chacune de ces deux zones, que je désignerai sous les noms de : *Bande de Murero* ou *du Jiloca* et *Bande de Badules*.

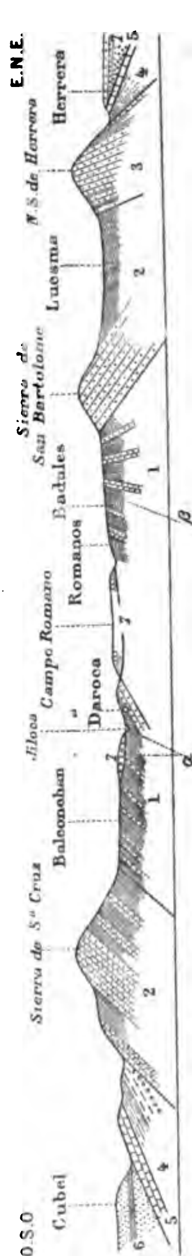


Fig. 2. — COUPE DE CUBEL A HERRERA

1 — Schistes et quartzites du Cambrien — α, bande acadienne de Murero ; β, bande acadienne de Badules.
2 — Quartzites et schistes de l'Ordovicien.
3 — Grès et schistes du Gothlandien inférieur.
4 — Trias.
5 — Infralias.
6 — Grès et sables cénomaniens.
7 — Tertiaire.

Echelle des longueurs $\frac{1}{300.000}$

» » hauteurs $\frac{1}{120.000}$

1. Chaque fois que j'ai pu le faire, et dans ce cas en particulier, j'ai indiqué l'échelle exacte des longueurs et des hauteurs sur les coupes qui figurent dans ce travail ; malheureusement l'absence presque complète de cartes topographiques a fait que dans bien des cas cela m'a été fort difficile et que j'ai dû indiquer seulement des échelles approximatives.

I. — Bande de Murero

La localité de Murero est devenue classique depuis les travaux de E. de Verneuil. A 200 mètres au nord du village vient déboucher, dans la vallée du Jiloca, le *ravin* (*rambla*) *de Valdemiedes*, creusé dans les assises du Cambrien et permettant d'étudier la partie moyenne de cet étage. Un certain nombre de petites failles intéressent les différentes assises que l'on peut observer, mais elles amènent des dénivellations de quelques mètres à peine et je les ai supprimées dans la coupe (fig. 3) que j'ai relevée dans la rambla.

Le ravin nous montre une succession très nette de schistes, avec intercalation de quelques bancs de quartzites, qui au N. E. disparaissent sous le plateau tertiaire suivi par la route de Teruel à Calatayud. Les premières couches cambriennes que j'ai pu observer, en descendant le petit sentier qui va de cette route à Murero, sont des schistes verdâtres, épais de 15 mètres environ, au milieu desquels j'ai recueilli quelques têtes de *Conocoryphe* et de *Paradoxides* du groupe du *Par. rugulosus* ; ces assises appartiennent donc nettement au Cambrien moyen ou Acadien. Les couches sous-jacentes sont partout cachées par le Tertiaire ; elles n'apparaissent dans aucun des ravins, parallèles au Valdemiedes, qui traversent la bande de Murero.

Les premières assises que je viens de signaler sont surmontées par une succession de schistes (nos 2 à 6 de la coupe), plus ou moins marneux, plus ou moins ferrugineux, renfermant parfois des bancs gréseux passant à de véritables quartzites. Cette succession a environ 60 mètres de puissance ; son inclinaison S. O. est voisine de 25° ; les schistes figurés sur la coupe avec les numéros 4, 5, 6, sont fossilifères ; mais je n'ai pu observer aucune variation de faune dans ces diverses assises [1], et la division que j'ai figurée dans la coupe du ravin est basée uniquement sur des caractères pétrographiques indiqués dans la légende, ou encore sur la plus ou moins grande abondance des fossiles rencontrés dans les divers bancs.

Parmi les nombreuses espèces que j'ai recueillies, je citerai :

Paradoxides rugulosus Corda
Paradoxides sp. du groupe du *Par. rugulosus*
» *Pradoanus* Barrande
Conocoryphe Sulzeri Schl. sp.
» *Heberti* Mun.-Chalm. et Berg.
» *coronata* Barrande

1. C'est aussi l'opinion de MM. Munier-Chalmas et Bergeron, qui m'ont aidé de leurs conseils pour l'étude de la faune cambrienne et qui ont vérifié mes déterminations.

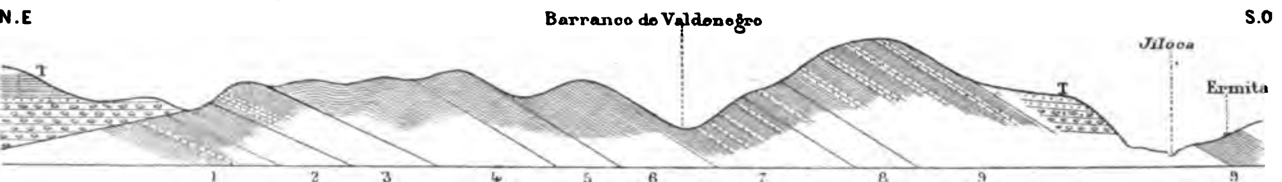


Fig. 3. — Coupe prise le long de la Rambla de Valdemiedes (Murero)

1 — Schistes verdâtres à *Paradoxides*. Incl. S. O. 20°. Épaisseur 15^m.
2 — Schistes plus marneux, plus ferrugineux, non fossilifères. 8^m.
3 — Schistes verts, gréseux, avec bancs de quartzites, non fossilifères. 10^m.
4 — Schistes argileux, de couleur verdâtre, avec taches rougeâtres, fossilifères. Incl. S. O. 25°. Épaisseur 20^m.
5 — Schistes fossilifères, plus rougeâtres que les précédents, avec petits lits ferrugineux. 10^m.
6 — Schistes identiques aux précédents, mais beaucoup moins ferrugineux, fossilifères. 15^m.
7 — Schistes très ferrugineux avec bancs plus gréseux passant à des grès, non fossilifères. 15 à 20^m.
8 — Schistes verts, moins gréseux, non ferrugineux, non fossilifères. 6^m.
9 — Schistes avec grès et bancs de calcaire dolomitique, non fossilifères.
T — Poudingues et marnes tertiaires.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{12\,500}$

Solenopleura Ribeiroi Barrande
» cf. *Rouairouxi* Mun.-Chalm. et Berg.
Agnostus Sallesi Mun.-Chalm. et Berg.
Agnostus sp.
Discina sp.

Cette faune est surtout caractérisée par l'abondance remarquable de *Paradoxides rugulosus* et de *Conocoryphe Sulzeri* et *Con. Heberti*. Ce sont les schistes de couleur verdâtre avec parties plus ferrugineuses et petits lits d'oxyde de fer, représentés sur la coupe par les assises 5 et 6, qui m'ont fourni les fossiles les plus nombreux et les mieux conservés.

Ces schistes sont d'ailleurs coupés par un ravin, le *Barranco de Valdenegro*, de 100 mètres de longueur à peine, qui vient déboucher dans la rambla de Valdemiedes ; c'est parmi les galets de schistes du Barranco de Valdenegro qu'il est le plus facile de trouver la faune primordiale, et les fossiles recueillis par de Verneuil, et plus tard par Donayre, proviennent de ce ravin.

Les couches fossilifères sont surmontées par des schistes rouges gréseux, passant à des grès un peu micacés et très ferrugineux. La richesse particulière de ces grès en oxydes de fer en fait un horizon très net, que j'ai pu suivre jusqu'à Villafeliche et qui m'a été fort utile dans mes recherches, puisqu'il recouvre directement la faune primordiale.

Au-dessus viennent des schistes verts non fossilifères, avec bancs de grès et de quartzites et quelques lits de calcaire dolomitique, recouverts dans la vallée même du Jiloca par des poudingues tertiaires. Ces schistes verts se retrouvent sur la rive gauche du fleuve, près de La Ermita, où ils acquièrent un grand développement ; il est, en particulier, facile de les observer dans le ravin suivi par le sentier qui va de Murero à Atea.

Les assises de la Ermita sont surmontées par des schistes, quelquefois ardoisiers, souvent ferrugineux, avec bancs de grès et de quartzites, dont l'inclinaison vers l'ouest varie de 30° à 10°. Je n'ai recueilli aucun fossile dans cette série, puissante de plus de 600 mètres ; certaines assises renferment seulement des traces de vers bigéminées. Mais, aux environs d'Atea, les assises de grès à Lingules, que je considère comme la base de l'Ordovicien, recouvrent directement et en concordance parfaite cette masse puissante de schistes et de quartzites non fossilifères : toutes les couches observées sur la rive gauche du Jiloca, qui reposent en stratification concordante sur les schistes à faune primordiale de Murero, repré-

senteraient alors le Cambrien supérieur (Potsdamien) et aussi, comme je le démontrerai plus loin, la partie supérieure de l'Acadien.

Les assises fossilifères de Murero peuvent se suivre presque sans interruption depuis Daroca jusqu'à Villafeliche; elles bordent à l'est le vieux chemin qui réunit ces deux villages, et les différents ravins parallèles à la Rambla de Valdemiedes, qui descendent du plateau miocène au Rio Jiloca, nous montrent tous un beau développement de schistes à *Paradoxides rugulosus.*

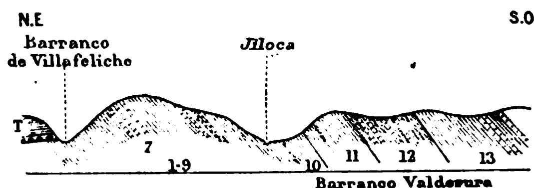


Fig. 4. — COUPE PRISE A 1 KILOM. AU SUD DE VILLAFELICHE

(Dans les deux coupes fig. 3 et 4 les chiffres se correspondent).

1-9 — Schistes à Paradoxides de Murero. Les grès très ferrugineux n° 7 se voient nettement dans la coupe.
10 — Schistes verts à *grands Paradoxides* (entrée du barranco). Puissance 25 m. Inclinaison ouest 60°.
11 — Schistes plus fissiles, plus gras au toucher, non fossilifères. 20 m.
12 — Schistes avec quelques bancs de grès. Couches à *Scolithus* et à *Tigillites*. 50 mètres.
13 — Schistes identiques, non fossilifères, passant à leur partie supérieure au grès armoricain. 300 mètres.
T — Tertiaire du Campo Romano.

Échelle approximative des longueurs $\frac{1}{60000}$

La rambla del Puzon, située à 2 kilomètres au sud de Manchones, est particulièrement intéressante ; la coupe que j'en pourrais donner est presque identique à celle de Murero (fig. 3); mais les calcaires dolomitiques de la partie supérieure (fig. 3, n° 9) sont bien développés et renferment souvent de petits cristaux de gypse signalés pour la première fois par M. Pedro Palacios ; le savant ingénieur espagnol attribue avec raison la formation de ces cristaux à « des actions chimiques provoquées dans la masse du carbonate calcique

par la décomposition de la pyrite de fer qui se trouve dans la roche ». (1)

Le Rio Jiloca coupe plusieurs fois les schistes fossilifères, entre Murero et Villafeliche. A deux kilomètres au nord de Murero, on peut observer le long du Rio des schistes verts qui renferment en abondance de très grands exemplaires de *Paradoxides* et de *Conocoryphe;* il n'est pas rare d'y rencontrer des glabelles mesurant 6 cm. et même 8 cm. de largeur ; malheureusement ces schistes, plus compacts que ceux de la rambla de Valdemiedes, sont fortement fendillés, et il est difficile d'en extraire les fossiles et même les glabelles entières.

Ces couches à *grands Paradoxides* sont supérieures à celles que j'ai signalées à Murero (fig. 3, n°s 4, 5, 6), comme nous le montre la coupe précédente (fig. 4), prise à 1 kilom. au sud de Villafeliche.

Les schistes et grès ferrugineux 7 ont été suivis sans interruption depuis Murero et sont toujours supérieurs aux couches fossilifères de la rambla de Valdemiedes; les schistes verts à *grands Paradoxides* s'observent facilement à l'ouest du Jiloca, à l'entrée du barranco de Valderura que suit le chemin de Villafeliche à Atea. Ce niveau à grands Paradoxides est surmonté d'une succession très importante de schistes et de quartzites, bien visible dans le ravin et identique à celle que j'ai signalée entre Murero et Atea. Le Cambrien supérieur est ici représenté par des schistes non fossilifères (fig. 4, n°s 11-13), avec quelques bancs renfermant des *Scolithus* et des *Tigillites;* le Potsdamien est d'ailleurs recouvert, en concordance de stratification, par les grès à Lingules de la base de l'Ordovicien, qui apparaissent près d'Atea.

L'étude de la bande cambrienne de Murero nous a donc montré l'existence :

1° de l'Acadien très bien développé, avec nombreuses couches fossilifères, atteignant 75 mètres de puissance ;

2° du Potsdamien non fossilifère, recouvert en concordance par l'Ordovicien.

La puissance de chacun de ces deux étages ne peut pas d'ailleurs être évaluée, puisque nous ne connaissons pas la base de l'Acadien cachée sous le plateau miocène, et qu'il ne m'a pas été possible, à cause de l'absence de fossiles, d'indiquer d'une façon précise les limites inférieure et supérieure du Potsdamien.

1. PEDRO PALACIOS. — Loc. cit., [51], p. 12.

II. — Bande de Badules

Le Cambrien de Badules est beaucoup moins connu que celui de Murero. M. Palacios [51] signale l'existence, près de Romanos et entre ce village et Badules, de schistes de couleur variée, avec lits intercalés de quartzites, qui présentent la plus grande analogie avec ceux de Murero et qui sont recouverts par les couches à *Cruziana* du San Bartolomé ; mais il ne cite aucun fossile dans ces schistes de Romanos.

Les recherches que j'ai faites me permettent de confirmer l'attribution de ces assises au Cambrien, et en outre de rapporter à l'Acadien les schistes qui se trouvent à l'est de Badules, au pied même du San Bartolomé.

Le chemin de Daroca à Badules et Fombuena traverse la bande cambrienne perpendiculairement à sa direction et permet d'en faire l'étude. De Daroca à l'arroyo Lechon [1], on suit pendant plus de 10 kilomères le plateau tertiaire de Campo Romano ; à la Venta de Valencia, près de Romanos, les couches miocènes disparaissent et font place à des schistes verts, d'inclinaison faible (15° vers le S.O.) qu'on peut facilement étudier dans le lit même de l'arroyo ; ce sont les schistes signalés par M. Palacios; j'y ai recueilli deux exemplaires de *Paradoxides rugulosus* de grande taille. Ces assises peuvent être comparées, au point de vue paléontologique comme au point de vue pétrographique, aux schistes verts fossilifères du Barranco Valderura (fig. 4, n° 10). Elles sont d'ailleurs recouvertes, en certains points, par des schistes et des grès à *Scolithus* et à *Tigillites*, dont on peut voir de beaux échantillons dans les murs qui bordent le chemin de Romanos à Badules; ils sont identiques aux schistes nos 11 et 12 de la coupe de Villafeliche.

Mais c'est plus à l'est, entre les villages de Badules et de Fombuena, que j'ai trouvé des assises renfermant une faune primordiale aussi riche que celle de Murero. Ces schistes fossilifères, redressés presque jusqu'à la verticale, affleurent dans la plaine qui s'étend à l'ouest du San Bartolomé (fig. 5), mais ils ne sont visibles que sur leur tranche; aucun ravin ne les coupe et le plus souvent des cultures les recouvrent : c'est ce qui explique pourquoi leur présence n'a pas encore été signalée.

En suivant le chemin de Badules à Fombuena, on rencontre d'abord des quartzites avec quelques bancs de schistes, bien déve-

1. Le mot Arroyo est réservé aux petits ruisseaux, souvent à sec pendant une partie de l'année, et celui de Rio aux rivières plus importantes.

loppés près du village, au Cementario; ces assises, puissantes de plus de 300 mètres, ne renferment que des *Tigillites* et des *Cruziana*, et leur inclinaison vers l'ouest varie de 45° à 60°. Elles passent insensiblement à des schistes inférieurs, plus argileux, très fissiles, au milieu desquels on trouve encore quelques bancs de grès; ces schistes, visibles sur plusieurs centaines de mètres, sont orientés N.-S., avec une inclinaison vers l'ouest atteignant souvent 75°. A 2 kilomètres environ de Badules, 150 mètres avant d'arriver à la bergerie en ruines qui borde le chemin de Fombuena, dans l'endroit appelé El Coladillo, j'ai observé au milieu de ces schistes une assise fossilifère puissante de 6 mètres à peine; malheureusement elle est recouverte par une mince couche de terre arable qui en rend l'étude fort difficile. Malgré ces conditions défavorables, j'ai pu y recueillir de nombreux fossiles :

Paradoxides rugulosus Corda
Paradoxides sp. du groupe du *Par. rugulosus*
Conocoryphe Sulzeri Schl. sp.
» *Heberti* Mun.-Chalm. et Berg.
» *coronata* Barrande
Solenopleura Ribeiroi Barrande

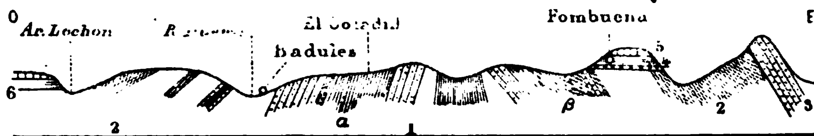


Fig. 5. — Coupe de Badules a Fombuena

1 — Acadien. Les schistes α et β sont fossilifères.
2 — Schistes du Potsdamien non fossilifères.
3 — Ordovicien (Grès armoricain).
4 — Trias.
5 — Infralias.
6 — Miocène supérieur de Campo Romano.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{100.000}$

L'abondance de *Conocoryphe Sulzeri* et *C. Heberti* est tout à fait remarquable. Cette faune est identique à celle de Murero; elle caractérise nettement l'Acadien.

La coupe précédente nous montre que les assises fossilifères de El Coladillo appartiennent encore au flanc ouest du grand anticlinal

de la Chaîne Ibérique. Si nous continuons l'étude de la bande cambrienne, en suivant le chemin même de Fombuena, nous voyons que les schistes deviennent de plus en plus gréseux et passent à des quartzites non fossilifères presque redressés à la verticale ; ils surmontent d'autres schistes, très fissiles, qui forment l'axe même de l'anticlinal, et, plus a l'est, en se dirigeant vers le village, on observe de nouveau toute la succession que je viens de décrire entre Romanos et El Coladillo ; mais, sur ce flanc est de l'anticlinal, le Cambrien est plus fortement plissé et recouvert en partie par les dépôts triasiques horizontaux de Fombuena ; toutefois, j'ai trouvé sur le chemin même (en β) un exemplaire de *Conocoryphe* qui ne laisse aucun doute sur l'existence de la faune acadienne sur ce flanc de l'anticlinal. Les schistes avec intercalations de quartzites du Cambrien moyen et du Cambrien supérieur sont recouverts en concordance par les assises de l'Ordovicien inférieur, bien développé à l'est de Fombuena.

La bande de Badules est donc formée :

1° Par le Cambrien moyen, qui apparaît de chaque côté de l'axe de l'anticlinal et qui m'a fourni, du moins à l'ouest, une faune identique à celle de Murero.

2° Par le Cambrien supérieur, représenté par des assises non fossilifères, sauf peut-être à l'ouest de Badules où j'ai signalé quelques *Cruziana* et *Tigillites* ; le Potsdamien repose en concordance sur l'Acadien et est recouvert directement par les grès de la base de l'Ordovicien.

Comparaison du Cambrien de la Chaîne Ibérique avec celui des régions voisines

Les deux bandes cambriennes de la Chaîne Ibérique m'ont donc montré la même succession d'assises avec la même faune. Cette faune est caractérisée par l'abondance des *Paradoxides rugulosus*, *Conocoryphe Heberti*, *Conoc. Sulzeri* et la présence des *Conocoryphe coronata*, *Solenopleura Ribeiroi*, *Agnostus Sallesi*. Elle est identique à la faune cambrienne de la Montagne Noire décrite par M. Bergeron [1]. Je puis ajouter qu'au point de vue pétrographique

1. J. Bergeron. — Sur la présence de la faune primordiale dans les environs de Ferrals-les-Montagnes. — *B. S. G. F.* 3e série, t. XVI, p. 282, 1888.
Bergeron. — Étude géologique du Massif ancien situé au sud du Plateau Central. — *Ann. Sc. Géol.*, t. XXII, 1889.

il est difficile de distinguer les schistes fossilifères de Murero de ceux de l'Hérault ; cette similitude paléontologique et pétrographique m'a été montrée par M. Bergeron, qui en a été frappé la première fois qu'il vit mes matériaux d'étude.

Le Cambrien des Asturies, signalé pour la première fois par Casiano de Prado [1], et étudié depuis par M. Barrois [2] et MM. Mallada et Buitrago [3], présente aussi de très grandes analogies avec celui des environs de Daroca.

Le niveau inférieur, désigné par M. Barrois sous le nom de « schistes de Rivadeo, » n'apparaît pas dans l'axe de l'anticlinal ibérique ; mais le niveau supérieur « calcaires et schistes à Paradoxides de la Vega » est nettement représenté dans les coupes que j'ai décrites précédemment. La faune primordiale des Asturies, signalée par M. Barrois et les géologues espagnols, semble, à première vue, un peu différente de celle de Murero ; mais les différences sont plus apparentes que réelles ; le *Paradoxides Barrandei* n'est peut-être qu'une variété méridionale, de grande taille, du *Paradoxides rugulosus* de Bohême [4], et le *Conocoryphe Heberti* est une espèce très voisine du *Conocephalites Sulzeri* des Asturies trouvé par Casiano de Prado et figuré par MM. de Verneuil et Barrande [5].

Les travaux de M. J.-G. Borneman et des géologues italiens montrent que la faune cambrienne de Sardaigne présente, au point de vue paléontologique, les mêmes caractères généraux que la faune de l'Espagne et du Sud de la France.

Nous pouvons donc en conclure qu'à l'époque cambrienne le Sud du Plateau Central, la Sardaigne, le Nord et le Nord-Est de l'Espagne faisaient partie d'une même province, dont les dépôts sont caractérisés par des *Paradoxides rugulosus de grande taille* et des *Conocoryphe* du groupe du *Conoc. Heberti* [6].

1. Casiano de Prado. — Sur l'existence de la faune primordiale dans la chaîne cantabrique. — *B. S. G. F.*, 2e série, t. XVII, 1860.

2. Barrois. — Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie, 1882.

3. Mallada y Buitrago. — La fauna primordial a uno y otro lado de la cordillera cantabrica. — *Bol. Com. Mapa. geol. Esp.*, t. V, p. 177.

4. Communication inédite de MM. Munier-Chalmas et Bergeron.

5. J. Bergeron. — Loc. cit., p. 284.

6. Ces conclusions pourront s'étendre probablement à toute l'Espagne ; mais la faune cambrienne des chaînes carpétane et marianique est encore trop peu connue pour permettre cette généralisation.

Les dépôts cambriens de la Scandinavie et de l'Angleterre sont caractérisés par une faune spéciale, bien différente de celle que je viens de signaler dans le Sud de l'Europe; il existait donc, à l'époque cambrienne une province septentrionale très nette, qui comprenait le Nord de l'Europe et la Bohême; la faune de Bohême en effet, si magistralement décrite par J. Barrande, offre les plus grandes affinités avec celle du Nord; on y a signalé, il est vrai, quelques *Paradoxides rugulosus*, mais ils sont peu nombreux et de petite taille; leur présence d'ailleurs s'explique facilement par la position géographique de la Bohême, voisine de la grande aire synclinale du Sud de l'Europe; les deux provinces communiquaient plus ou moins facilement entre elles et c'est naturellement dans les synclinaux du centre de l'Europe qu'on doit rencontrer le mélange des deux faunes.

On peut donc distinguer en Europe, à l'époque cambrienne, deux régions bien nettes, caractérisées chacune par une faune spéciale [1].

1. Barrande, le premier, en 1856, dans son *Parallèle entre les dépôts siluriens de Bohême et de Scandinavie*, mit en évidence l'existence de faunes distinctes à l'époque cambrienne. Il admettait une bande homozoïque septentrionale, correspondant au Nord de la Russie, à la Scandinavie, à l'Angleterre, et une bande méridionale comprenant la Bohême; en 1860, après les découvertes de Casiano de Prado, il rattachait à cette dernière bande la France et l'Espagne. Mais, à cette époque, la faune primordiale de la France n'était pas connue et celle de l'Espagne l'était très peu. Les découvertes de M. Bergeron dans la Montagne Noire et les travaux récents faits sur l'Espagne ont montré l'existence d'une grande province méridionale comprenant l'Espagne, la Sardaigne et le Sud de la France; la Bohême (bande méridionale de Barrande) se rattache par sa faune à la province septentrionale mais présente quelques espèces caractéristiques de la faune méridionale.

II

SILURIEN

(Ordovicien et Gothlandien)

L'Ordovicien et le Gothlandien sont tous deux bien développés dans les Chaînes Ibérique et Hespérique; dans la première, ils reposent en concordance sur l'axe cambrien que j'ai décrit dans le chapitre précédent, mais leur développement est très inégal; tandis que l'Ordovicien est représenté par des couches puissantes avec plusieurs niveaux fossilifères bien nets, le Gothlandien est beaucoup plus réduit et m'a fourni à peine quelques fossiles. Dans la Chaîne Hespérique, au contraire, le Gothlandien inférieur et moyen est bien représenté et très fossilifère, et l'Ordovicien, assez peu développé à l'extrémité de la cordillère dont il forme l'axe, ne renferme aucun niveau fossilifère qui m'ait permis d'y établir des subdivisions.

Dans chacune des deux régions, l'absence ou la rareté des fossiles fait qu'il m'a souvent été difficile de séparer d'une façon très nette les dépôts ordoviciens des assises gothlandiennes; aussi je décrirai dans un même chapitre ces deux étages, dont la réunion forme, pour beaucoup de géologues, le système silurien proprement dit, et je les étudierai successivement dans chacune des deux chaînes.

I. — CHAINE IBÉRIQUE

Historique

Dès 1852, Moritz Willkomm [**75**], dans ses Matériaux pour servir à la connaissance de l'Espagne, signale l'existence de deux bandes siluriennes, dirigées N.N.O. - S.S.E., situées de chaque côté de la vallée du Jiloca. Cette observation fut confirmée par de Verneuil et de Lorière [**64**], à la suite de leur voyage en Espagne pendant

l'été de 1853; mais les deux savants géologues n'ont cité la présence d'aucun fossile silurien provenant de ces deux bandes.

En 1873, Donayre [30], dans son étude sur la province de Saragosse, signale, au-dessus des assises de Murero, des schistes et quartzites à *Cruziana* et *Scolithus linearis* qu'il rapporte au Silurien moyen. C'est à M. Palacios [51] que nous devons les renseignements les plus nombreux et les plus précis sur le Silurien de la Chaîne Ibérique. Dans son travail sur les environs de Daroca, il décrit avec soin l'allure et la constitution pétrographique des deux bandes siluriennes ; mais, par suite de la rareté des fossiles, le savant géologue espagnol n'a pu établir de niveaux paléontologiques bien nets dans l'Ordovicien ; il signale seulement les assises à *Cruziana* et à *Scolithus* et les schistes à *Orthis calligramma*, *Orthis redux*, séparés par plusieurs zones non fossilifères; quant au Gothlandien, M. Palacios écrit « que des observations plus minutieuses en montreront peut-être l'existence dans quelques localités. »

Distribution du Silurien et descriptions locales

Les deux bandes anciennes, qui constituent la Chaîne Ibérique, m'ont montré toutes deux un très beau développement de Silurien, que j'ai représenté sur la carte (Pl. I) ; mais c'est la bande orientale, celle de Romanos et de Badules, qui est la plus facile à étudier et qui m'a fourni les horizons fossilifères les plus nets ; c'est donc par elle que je commencerai ma description.

Bande de Badules. — Le chemin qui conduit de Fombuena à la Virgen de Herrera traverse toutes les assises perpendiculairement à leur direction et m'a permis de relever la coupe suivante (fig. 6), qui intéresse tout l'Ordovicien ; cette coupe fait d'ailleurs suite à celle que j'ai figurée plus haut (fig. 5, p. 34).

Au-dessus des schistes potsdamiens non fossilifères, sur lesquels repose le Trias de Fombuena, on peut observer facilement d'autres schistes, moins fissiles, plus gréseux, renfermant quelques lits ferrugineux, qui donnent à l'ensemble une teinte rougeâtre, assez différente de la teinte vert-brun du Potsdamien ; ces schistes, d'une puissance de 20 mètres environ, affleurent un peu à l'est de Fombuena ; ils deviennent de plus en plus gréseux vers leur partie supérieure et passent presque insensiblement à la masse puissante de

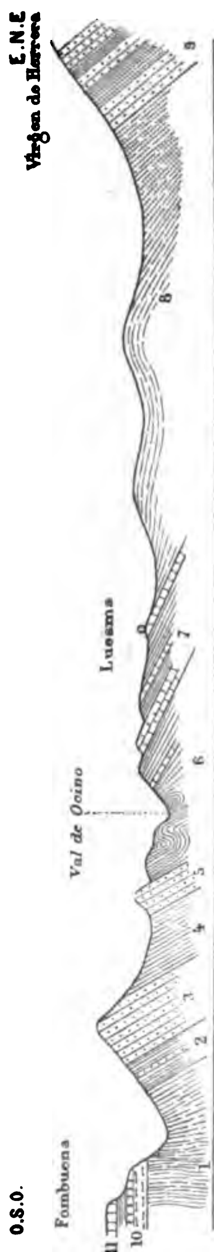


Fig. 6. — COUPE DE FOMBUENA A LA VIRGEN DE HERRERA

1 — Schistes du Cambrien supérieur.
2 — Schistes à *Fucoïdes bilobés* devenant de plus en plus gréseux. 20 mètres.
3 — Grès armoricain, 30 mètres. Inclinaison 70°.
4 — Schistes un peu ferrugineux à la base. Niveau à *Calymene Tristani*. 30 mètres.
5 — Quartzites. 12 mètres.
6 — Schistes du Val de Ocino à *Orthis Actoniæ*.
7 — Schistes avec bancs de calcaires à *Cystidés*.
8 — Schistes argileux fissiles, à peine inclinés vers l'est.
9 — Quartzites à Tigillites du Gothlandien.
10 — Trias.
11 — Infralias.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{50.000}$

grès armoricain qui domine le village. Ces schistes renferment en assez grande abondance des *Cruziana* et des *Vexillum*, mais, malgré mes recherches, je n'ai pu y trouver aucun autre fossile; je les range cependant à la base de l'Ordovicien et je pense qu'on doit les paralléliser avec les schistes à *Euloma Filacovi*, étudiés par M. Bergeron dans la Montagne Noire[1]; ils passent en effet au grès armoricain et présentent le même faciès minéralogique que les schistes et psammites des environs de Mourèz à Fucoïdes bilobés. A la base de ces schistes, près du ruisseau qui coule à l'est de Fombuena, j'ai même observé des nodules, parfaitement arrondis, analogues à ceux que M. Bergeron a décrits à ce niveau dans l'Arenig inférieur du Midi de la France; ces concrétions ne m'ont jamais montré de fossiles à leur intérieur; des recherches ultérieures

1. BERGERON. — Loc. cit., page 87.

permettront peut-être d'en trouver et de fixer alors d'une manière précise l'âge de ces schistes. Mais, quelle que soit leur position dans l'échelle stratigraphique, qu'on les considère comme le Potsdamien terminal ou comme la base de l'Ordovicien, on peut dire que la sédimentation a été ininterrompue dans la région pendant les époques cambrienne et silurienne, et que l'Ordovicien repose en concordance sur le Potsdamien non fossilifère.

Ces schistes à Bilobites sont surmontés par une masse de grès, puissante de 30 mètres, qui forme la partie supérieure des collines situées à l'est de Fombuena.

Ces grès présentent tous les caractères pétrographiques des grès armoricains de la Bretagne et de la Montagne Noire. Ils sont blanchâtres, durs et compacts, passent souvent à de véritables quartzites et se présentent en bancs épais d'un mètre environ. A la base, j'ai observé, au milieu d'assises à grain relativement fin, de petits galets roulés identiques à ceux que M. D.-P. Œhlert a rencontrés dans la zone inférieure des grès armoricains de la Mayenne. A Fombuena, ces grès ne m'ont fourni aucun fossile, si ce n'est quelques *Tigillites*; mais plus au nord, entre Cerveruela et Villareal, j'ai observé, dans ces mêmes assises, des traces peu déterminables de *Lingules*. Ces grès jouent un rôle très important dans l'orographie de toute la région; leurs affleurements sont faciles à suivre et se retrouvent à la partie supérieure des collines les plus élevées.

Sur les grès armoricains reposent en concordance des schistes argileux, dont la puissance peut atteindre 25 à 30 mètres; à leur partie supérieure, ils deviennent de plus en plus gréseux et passent insensiblement à des grès et à des quartzites. Les schistes de la base sont légèrement ferrugineux sur une épaisseur de 5 mètres environ; ils renferment quelques nodules, plus riches en fer que la roche environnante, au milieu desquels il n'est pas rare de rencontrer des fossiles bien conservés. J'y ai trouvé :

Calymene Tristani Brongn.
Illænus sp.
Asaphus sp.
Orthis Budleighensis Davidson
Redonia Duvaliana M. Rouault

La présence de *Calymene Tristani* typique ne laisse aucun doute sur l'âge de ces schistes et montre que les grès sous-jacents correspondent bien au grès armoricain.

Ces schistes sont surmontés par une série puissante de grès, de

schistes et de calcaires, qui représentent l'Ordovicien supérieur et sont comparables, tant au point de vue pétrographique qu'au point de vue paléontologique, aux couches terminales de l'Ordovicien du Sud de la France [1].

Au-dessus d'une assise de quartzites non fossilifères, épaisse de 12 mètres, on peut observer un beau développement de schistes argileux fissiles avec quelques bancs plus gréseux et plus ferrugineux. Ces schistes, souvent très plissés, sont faciles à étudier dans les nombreuses petites vallées situées au nord ou à l'est de Fombuena ; ils sont très puissants dans le Val de la Parra et dans le Val Negro ; mais c'est au Val de Ocino qu'ils acquièrent leur plus beau développement. Ils m'ont fourni quelques fossiles :

Orthis Actoniæ Sow.
» *alternata* Sow.
» *Budleighensis* Dav.

Les deux derniers sont particulièrement abondants.

A leur partie supérieure, ces schistes deviennent plus calcarifères, comme on peut l'observer au Val Negro ou encore le long du chemin de Fombuena à Luesma. Ils renferment alors de nombreux débris de *Cystidés* présentant les plus grandes analogies avec ceux du Languedoc décrits par M. von Kœnen; les genres *Echinosphærites* et *Caryocystites* sont représentés par de nombreux exemplaires. Les murs qui bordent le chemin entre l'Oratoire et le village de Luesma sont formés de blocs calcarifères très riches en *Cystidés* et renfermant encore les *Orthis* que j'ai signalés précédemment ; à Luesma, comme dans la Montagne Noire, il est donc impossible de séparer les calcaires à *Cystidés* des schistes à *Orthis Actoniæ*.

Les calcaires à Cystidés semblent disparaître à l'est de Luesma ; à partir de ce village jusqu'à la colline de Sª Herrera, j'ai observé une série puissante de schistes argileux, très fissiles, légèrement inclinés vers l'est ; ils deviennent parfois plus compacts et renferment alors des nodules analogues à ceux que j'ai signalés à Fombuena. Je n'ai trouvé aucun fossile ni dans les schistes, ni dans les nodules ; mais dans la bande occidentale de Murero, à l'ouest de Balconchan, des schistes occupant la même position stratigraphique m'ont fourni, à leur base, des échantillons étirés d'*Acidaspis Buchi*.

Ces assises pourraient donc représenter la partie terminale de l'Ordovicien ; il est possible toutefois que les couches supérieures appartiennent au Gothlandien ; la question ne pourra être résolue

1. Bergeron. — Loc. cit., page 105.

que par la découverte de zones fossilifères dans cette masse puissante de schistes.

A leur partie supérieure, les schistes deviennent plus gréseux; ils alternent avec des bancs de grès et de quartzites que l'on peut facilement étudier dans la Rambla de Herrera, le long de l'arroyo Luesma. L'épaisseur de ces assises dépasse 400 mètres; l'inclinaison augmente en se rapprochant de Herrera et atteint la verticale en plusieurs endroits; bientôt les schistes disparaissent complètement et font place à une masse puissante de quartzites, qui s'élèvent brusquement au sud pour former les collines de la Virgen de Herrera (fig. 7). Ces quartzites, comme les schistes sous-jacents, sont souvent ferrugineux et ne renferment que des *Cruziana* et des *Scolithus*. M. Palacios, qui a donné une excellente description des environs de Herrera [1], signale dans certains bancs une abondance extraordinaire de *Scolithus Dufrenoyi*, et la présence, au milieu de ces assises, d'une couche de barytine de $1^{m}20$ d'épaisseur. Ces grès, supérieurs aux couches terminales de l'Ordovicien et recouverts, comme je vais le montrer, par les assises à *Cardiola interrupta*, représentent nettement la base du Gothlandien; ils sont comparables aux grès qui, dans l'Ouest de la France, occupent la même position stratigraphique; en Espagne comme en France, les grès gothlandiens présentent souvent une grande abondance de *Cruziana* et de *Tigillites* [2].

Au village même de Herrera, comme le montre la fig. 2 (page 27), ces grès sont recouverts en discordance par le Trias supérieur, dont



Fig. 7. — COUPE DE LA VIRGEN DE HERRERA

1 — Schistes de Luesma. Ordovicien supérieur.
2 — Grès et quartzites du Gothlandien inférieur, non fossilifères.
3 — Schistes à *Cardiola interrupta* (80 mètres de puissance).
4 — Quartzites dévoniens.
Échelle approximative des longueurs $\frac{1}{40.000}$

1. D. PALACIOS. — Loc. cit. [51] page 33.

2. Ce fait était déjà signalé en 1880 dans la province de Ciudad-Real, par M. de Cortázar; le savant ingénieur espagnol y signalait la présence de *schistes à Graptolithes* si intimement associés à des *quartzites à Cruziana* sous-jacents qu'on devait nécessairement les réunir dans un même étage.

l'inclinaison atteint à peine 20°. La coupe ci-contre (fig. 7), prise un peu plus au sud, entre Herrera et Villar, montre au-dessus des grès une série de schistes fissiles avec quelques bancs plus gréseux et plus calcarifères; il est en particulier facile de les observer en allant de Nogueras ou de Sa Cruz de Nogueras au pied même de la Virgen de Herrera; là, ils acquièrent une puissance de 80 mètres environ et sont recouverts directement et en concordance par des quartzites dévoniens fossilifères; malgré mes recherches, je n'y ai trouvé aucun fossile, mais un peu plus à l'ouest, près du village de Badenas, ces assises sont fossilifères. En se dirigeant de ce village vers le Moulin, on peut facilement relever une bonne coupe du Silurien supérieur (fig. 8); les schistes gothlandiens, identiques à ceux de Nogueras, sont fortement plissés et renferment quelques lits calcarifères avec de très rares nodules calcaires; un de ces nodules m'a fourni un échantillon très net de *Cardiola interrupta;* j'ai trouvé en outre, dans les schistes, des *Orthoceras* spécifiquement

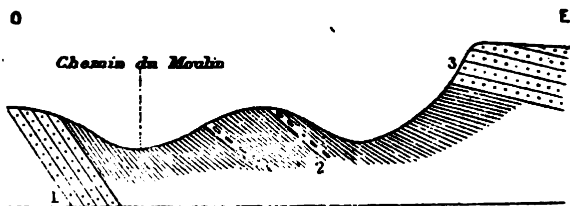


Fig. 8. — COUPE PRISE A 1 KIL. AU S. O. DE BADENAS

1 — Grès gothlandiens non fossilifères.
2 — Schistes ardoisiers, plissés, avec nodules à *Cardiola interrupta* (75 mètres).
3 — Quartzites dévoniens.

Échelle approximative $\frac{1}{25.000}$

indéterminables; comme à la Virgen de Herrera, ces schistes sont recouverts par le Dévonien inférieur fossilifère. La présence de *Cardiola interrupta* ne laisse aucun doute sur l'âge de ces schistes et permet de rattacher au Gothlandien toutes les assises si bien développées entre Badenas et Herrera.

La description des coupes précédentes nous a donc montré dans la bande orientale de la Chaîne Ibérique :

1° L'Ordovicien bien développé, avec plusieurs horizons fossilifères bien nets.

2° Le Gothlandien, avec couches à *Cardiola interrupta* et *Ortho-*

ceras; cet étage est d'ailleurs moins puissant que le précédent; ses affleurements sont moins nombreux et moins étendus.

Bande de Murero. — L'étude de la bande occidentale m'a donné des résultats beaucoup moins précis, car les zones fossilifères sont peu nombreuses dans toute cette région et l'âge des assises est souvent difficile à fixer.

Au-dessus des schistes potsdamiens que j'ai signalés entre Murero et Atea et dans le ravin de Valderura, j'ai observé une assise de grès, épaisse de 25 mètres environ, présentant les mêmes caractères minéralogiques que les grès armoricains qui dominent Fombuena et renfermant des débris de *Lingules.* Ces grès sont surmontés par des schistes argileux ou gréseux, souvent micacés, alternant avec des bancs de grès et de quartzites; ces assises acquièrent un beau développement entre Atea et Cubel et sont particulièrement faciles à observer à l'ouest de Balconchan, le long du chemin qui conduit de ce village à la Venta del Puerto; elles ne sont pas fossilifères, mais on y rencontre, principalement dans les grès micacés, de nombreuses empreintes mécaniques. Ces assises présentent avec le Flysch des Alpes les plus grandes ressemblances et M. Haug m'a fait remarquer qu'il existe, entre les deux formations, identité d'aspect et d'empreintes; c'est probablement à cause de ce faciès flysch que les fossiles sont très rares dans cette bande silurienne.

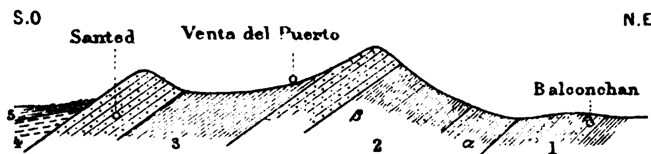


Fig. 9. — Coupe de Santed a Balconchan

1 — Schistes et grès du Potsdamien.

2 — Ordovicien à faciès flysch { α Grès armoricain à *Lingules.* / β Schistes à *Acidaspis Buchi.* }

3 — Schistes et grès gothlandiens ?

4-5 — Grès calcarifères et marnes du Trias, recouverts en partie par des débris de quartzites.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{150.000}$

Toutefois, près de Balconchan, j'ai trouvé des empreintes d'*Acidaspis Buchi* qui ne laissent aucun doute sur la présence du Silurien

moyen dans la région ; d'ailleurs, plus au nord, dans la direction de Deza, M. Palacios a signalé la présence d'*Orthis calligramma*.

Au-dessus des assises à *Acidaspis Buchi*, on peut observer, entre la Venta del Puerto et Used, des schistes fissiles, assez fortement inclinés vers le village de Santed et formant une petite plaine qui s'étend à l'ouest de la Sierra de Santa Cruz ; ces schistes non fossilifères sont surmontés par des bancs de quartzites de 40 mètres de puissance, bien visibles au village de Santed et renfermant des Brachiopodes indéterminables. Ces quartzites occupent la même position stratigraphique que ceux de la Virgen de Herrera et appartiennent très probablement au Gothlandien ; mais je n'ai pu découvrir nulle part de couches à *Cardiola interrupta* ; aussi, sur la carte (Pl. 1) ai-je dû réunir le Silurien moyen et le Silurien supérieur dans la bande ancienne que je viens d'étudier.

Les quartzites de Santed forment une série de hauteurs qui peuvent se suivre jusqu'au-delà de Pardos ; ils sont recouverts directement, et en discordance nette, par les couches triasiques ; à l'est de Cubel, sur les quartzites siluriens dont l'inclinaison vers l'ouest est de 60°, reposent des marnes irisées et des calcaires inclinés de 20° à peine (fig. 18, page 74) ; aux environs d'Used, le contact est caché par de nombreux débris de quartzites siluriens, mais la présence de plusieurs lagunes, dont la plus importante est celle de Gallocanta, ne laisse aucun doute sur l'existence en ce point des marnes du Trias. D'après les travaux de M. Palacios, cette bande triasique se poursuit jusque dans la province de Soria ; mais le contact du Silurien et du Trias se ferait par faille dans toute la partie septentrionale.

L'Ordovicien existe donc d'une façon très nette dans toute cette région ancienne ; il supporte probablement, à sa partie supérieure, la base du Gothlandien non fossilifère, et l'ensemble est recouvert, en discordance, par le Trias.

J'ai tracé sur la carte (Pl. 1), aussi exactement que cela m'a été possible, l'extension du Silurien dans la Chaîne Ibérique ; les différentes assises de quartzites et de schistes ont toutes la direction N.N.O.-S.S.E., qui est celle de la chaîne même : les diverses coupes que j'ai relevées perpendiculairement à cette direction sont toujours comparables aux deux coupes générales que je viens de décrire et qui sont les plus complètes que j'aie pu observer. La lecture de la carte me dispensera d'indiquer en détail les différents points où j'ai constaté la présence de l'Ordovicien et du Gothlandien.

II. — CHAINE HESPÉRIQUE

Historique

De Verneuil et Collomb [61], les premiers, ont signalé l'existence du Silurien dans cette région; ils en ont décrit l'extension géographique et ont indiqué la présence de schistes à *Graptolithes* près d'Orihuela (Sierra d'Albarracin) et de couches à *Calymene Tristani*, *Cal. Arayoi*, *Placoparia Tournemînei*, aux environs de Pardos (Sierra Menera).

En 1881, Carlos Castel, dans son étude géologique de la province de Guadalajara [1], décrivit avec soin les divers affleurements siluriens qui jalonnent l'axe de l'extrémité de la Chaîne Serratique; il cita de nouveau l'Ordovicien fossilifère des environs de Pardos et signala la présence, près d'Atienza, d'un Gothlandien très net, où Palacios avait déjà rencontré *Monograptus priodon, Mon. Nilssoni.*

Dans son beau travail sur la province de Teruel [27], M. de Cortázar donne une description minéralogique très détaillée de la Sierra del Tremedal et de la Sierra del Collado de la Plata, et confirme la présence de schistes à Graptolithes aux environs d'Orihuela.

Distribution du Silurien et descriptions locales

Les observations que j'ai faites portent presque uniquement sur la région décrite par M. de Cortázar, et le temps m'a manqué pour visiter les environs de Pardos et d'Atienza. Le Silurien est particulièrement bien développé aux environs d'Orihuela et de Noguera et forme toute la série des hauteurs qui s'étendent de Checa à Torres et Monterde en prenant successivement les noms de Sierra del Tremedal et Sierra Alta. L'axe ancien, sensiblement dirigé N.O. - S.E., forme un vaste anticlinal facile à observer entre Griegos et Orihuela (fig. 11) ou le long du chemin qui conduit de Monterde à Tramacastilla (fig. 10). Cet axe primaire est formé par une masse puissante de quartzites, souvent ferrugineux, assez fortement plissés, et dont la direction générale est celle de la chaîne; les anticlinaux secondaires formés par ces quartzites limitent un certain nombre de

1. Carlos Castel. — Descripción fisica, geognóstica, agricola y forestal de la provincia de Guadalajara. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. VIII, 1881.

synclinaux occupés par des schistes argileux, quelquefois amphiboliques, souvent transformés en véritables schistes ardoisiers par des pressions latérales très importantes.

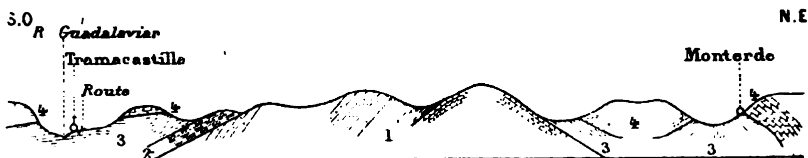


Fig. 10. — COUPE DE MONTERDE A TRAMACASTILLA

1 — Quartzites avec quelques bancs de schistes micacés. Inclinaison variable. (Ordovicien et Gothlandien inférieur) ?
2 — Grès rouge triasique.
3 — Marnes irisées gypsifères (Trias supérieur).
4 — Calcaire dolomitique de l'Infralias.

Longueur approximative de la coupe, 12 kilomètres.

La coupe précédente, prise de Monterde à Tramacastilla, montre le grand développement des quartzites; quelques bancs sont particulièrement riches en fer et ont donné lieu, dans la Sierra, à de petites exploitations locales, aujourd'hui abandonnées à cause de la difficulté des transports; plusieurs lits de schistes micacés, non fossilifères, sont intercalés au milieu de la série puissante de quartzites qui forment plusieurs anticlinaux. Je n'ai trouvé dans tout cet ensemble que quelques *Cruziana* et des *Tigillites*, qui ne permettent pas de préciser, en ce point, l'âge de ces diverses assises; mais nous allons voir qu'un peu plus au nord, aux environs d'Orihuela, cette série est surmontée directement et en concordance par les schistes fossilifères du Gothlandien inférieur et moyen.

Les quartzites forment une série de crêtes particulièrement accusées aux environs d'Orihuela, et la coupe (fig. 11) prise un peu au sud du village, donne assez bien l'aspect de la Sierra. Sur les quartzites à *Bilobites* de la Virgen del Tremedal, on peut observer une masse assez puissante de schistes ardoisiers, très fissiles, assez riches en *Graptolithes*; ils occupent toujours le fond des vallées et forment plusieurs bandes synclinales très nettes, dont l'une, la plus occidentale, est suivie par la nouvelle route de Noguera à Orihuela.

Les fossiles sont particulièrement abondants le long de cette route, entre les bornes kilométriques 66 et 68; j'en ai recueilli en outre un assez grand nombre dans les schistes au milieu desquels se trouve la fontaine d'Orihuela, et tout le long du vieux chemin qui conduit de ce village à Noguera. La faune de ces schistes est caractérisée par

Monograptus Becki Barr.
» *priodon* Bronn
» *Sedgwicki* Portl.
» sp. voisin de *M. Halli* Barr.
» *concinnus* Lapw.
» *Nilssoni* Barr.
Diplograptus sp. (1 seul échantillon).

Les *Monograptus Becki* et *Mon. priodon* sont très abondants.

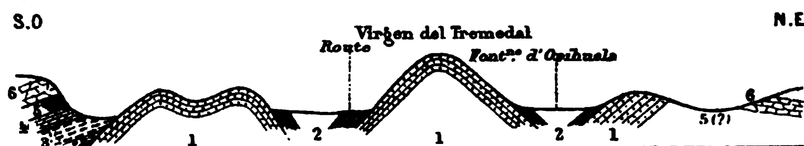


Fig. 11. — COUPE DE GRIEGOS A ORIHUELA

1 — Quartzites non fossilifères (Ordovicien et Gothlandien inférieur).
2 — Schistes à Graptolithes (Gothlandien inférieur et moyen).
3 — Conglomérats et grès rouges triasiques.
4 — Calcaire du Muschelkalk.
5 — Marnes irisées du Keuper.
6 — Calcaire de l'Infralias.

Longueur approximative de la coupe, 8 kilomètres.

Pour compléter cette faune, je signalerai l'existence d'*Orthoceras* nombreux, mais écrasés et indéterminables, et de *Rhynchonella ampelitidis* de Trom. et Leb.

La faune graptolithique, avec son abondance de *Monograptus priodon* et de *M. Becki* et l'absence presque complète de *Diplograptus*, montre que les schistes d'Orihuela doivent être rapportés aux zones désignées par Lapworth sous les noms d'étages de Tarannon et de Wenlock; c'est d'ailleurs à ce niveau qu'on a signalé, en Bretagne,

la présence de *Rhynchonella ampelitidis*. Le Gothlandien inférieur (partie terminale) et le Gothlandien moyen sont donc bien représentés dans la Chaîne Hespérique ; les quartzites sous-jacents peuvent alors être rapportés à la base du Gothlandien inférieur et à l'Ordovicien.

Nulle part, dans cette région, je n'ai observé de Gothlandien supérieur ; les conglomérats et les grès de la base du Trias reposent partout en discordance très nette sur les quartzites ou quelquefois sur les schistes à Graptolithes, comme à El Castillo, près de Noguera (fig. 13, page 55).

Au sud de Torrès, l'axe ancien est recouvert par le Trias et le Jurassique des environs d'Albarracin ; mais il reparaît près de Gea et forme une bande étroite, sensiblement dirigée N.-S., qu'on peut suivre jusque près de Tormon et que j'ai observée le long des sentiers qui vont d'Albarracin à Bezas et de Rubiales à Jabaloyas.

Dans toute cette région, le Silurien est constitué par une série très régulière de quartzites et de schistes, dont l'inclinaison vers l'ouest varie de 40° à 80° ; les quartzites forment plusieurs collines parallèles séparées par des vallées schisteuses. L'axe silurien mesure très souvent 2 kilomètres à peine de largeur et, entre Bezas et Saldon, il est presque complètement recouvert par les conglomérats triasiques ; il ne m'a fourni aucun fossile ; mais comme ces différentes assises se relient incontestablement à celles que je viens de décrire aux environs de Monterde et de Tramacastilla, je les rapporterai aux mêmes étages.

Cette description s'applique trait pour trait à la Sierra Menera, située au nord de la chaîne d'Orihuela et séparée d'elle par le plateau jurassique de Pozondon. La Sierra Menera, orientée sensiblement S.E.-N.O., se rattache aux Parameras de Molina (Province de Guadalajara) ; dans cette région, le Silurien est fossilifère et de Verneuil y a signalé, comme je l'ai dit plus haut, la présence de *Calymene Tristani*, *Cal. Aragoi*, *Placoparia Tourneminei*. Je n'ai pas visité les environs de Molina ; j'ai étudié seulement la partie méridionale de la Sierra Menera et le San Gines, qui la termine au S.E. ; là, les couches fossilifères ont disparu et on peut observer seulement une belle succession de quartzites et de schistes, inclinés généralement vers l'ouest.

Le San Gines (1497 mètres) est formé uniquement par ces quartzites renfermant quelques *Scolithus* et *Cruziana* ; j'ai retrouvé les mêmes empreintes dans les quartzites de la Sierra Menera. Ces assises sont

certainement siluriennes ; mais pour déterminer leur âge avec précision il faudra les suivre jusque dans les environs de Pardos et étudier leurs relations avec les assises à *Calymènes*. Les quartzites de la Menera et du San Gines supportent en discordance très nette les conglomérats et les grès de la base du Trias (fig. 12), qui recouvrent d'ailleurs toute la chaîne au nord de Peracense, isolant ainsi le Cerro du San Gines.

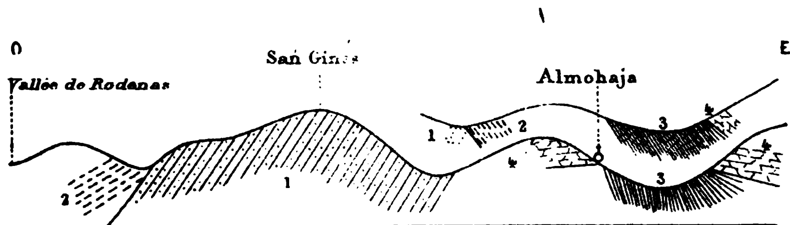


Fig. 12. — COUPE D'ALMOHAJA AU SAN GINES

1 — Quartzites siluriens à *Cruziana* (Ordovicien ?)
2 — Grès du Trias inférieur.
3 — Marnes irisées gypsifères.
4 — Calcaire dolomitique de l'Infralias.

Échelle approximative des longueurs $\frac{1}{50.000}$

La carte (Pl. II), sur laquelle j'ai représenté, aussi exactement que cela m'a été possible, les environs d'Albarracin, montre l'extrémité de la Chaîne Hespérique et l'extension du Silurien dans cette partie du plateau de Teruel.

Comparaison du Silurien du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines

En résumé, j'ai pu constater, dans la région que j'ai parcourue, l'existence très nette de l'Ordovicien et du Gothlandien.

Dans la Chaîne Ibérique j'ai signalé la succession suivante :

Ordovicien	1 Schistes rougeâtres à *Cruziana* et à *Vexillum*.
	2 Grès armoricain à *Lingules*.
	3 Schistes à *Calymene Tristani* et *Illænus*.
	4 Grès et schistes à *Orthis Actoniæ*.
	5 Schistes et calcaires à *Orthis Actoniæ* et *Cystidés*.
	6 Schistes non fossilifères.
Gothlandien	7 Grès et quartzites à *Tigillites* et *Cruziana*.
	8 Schistes avec nodules calcaires à *Cardiola interrupta*.

La série est moins complète dans la Chaîne Hespérique; aux couches à *Calymene Tristani* des environs de Pardos, je dois ajouter :

1° Des schistes et des quartzites à *Bilobites*, qui représentent probablement l'Ordovicien et la base du Gothlandien inférieur.

2° Des schistes à *Monograptus priodon, Mon. Becki* (partie terminale du Gothlandien inférieur et Gothlandien moyen).

Cette faune est identique à celle que M. Bergeron a décrite dans la Montagne Noire; si nous admettons que les schistes de la base, à *Cruziana* et à *Vexillum*, peuvent être parallélisés avec les schistes à *Euloma Filacovi*, nous voyons que, dans les deux régions, le Silurien est constitué par la même succession d'assises avec les mêmes caractères paléontologiques et pétrographiques; à l'époque silurienne comme à l'époque cambrienne, les deux pays faisaient partie de la même province.

Dans les Pyrénées, la succession ordovicienne est tout à fait comparable à celle du Sud de l'Aragon, et la faune graptolithique du Gothlandien a été rapportée par M. Barrois à l'étage de Tarannon [1] : le Silurien des Pyrénées et celui du Plateau de Teruel offrent donc aussi les plus grandes analogies, et la même mer couvrait les deux contrées à l'époque silurienne.

M. Barrois, dans ses Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie, a décrit avec beaucoup de soin le Silurien de ces deux provinces et a montré que, considéré dans son ensemble, cet étage se présentait avec les mêmes caractères dans toute l'Espagne (sauf l'Andalousie), dans le Sud du Portugal et dans l'Ouest de la France.

Dans l'état actuel de nos connaissances, l'Ordovicien semble plus complet dans la Chaîne Ibérique que dans les Monts de Tolède, dans la Sierra Morena et dans le Portugal ; dans toutes ces régions, en effet, on a distingué jusqu'à présent :

1° Des quartzites à *Bilobites* à la base;

2° Des schistes à *Calymènes* à la partie supérieure.

Mais il est très probable que des études plus complètes montreront la présence de l'Ordovicien supérieur dans les provinces de Salamanque, de Tolède, de Caceres et de Ciudad-Real.

Le Gothlandien du Sud de l'Aragon est identique à celui que

1. Ch. Barrois. — Mémoire sur la distribution des Graptolithes en France. — *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XX, 1892.

D. de Cortázar [1] et Gonzalo y Tarin [2] ont décrit dans les provinces de Ciudad-Real et de Badajoz.

En Portugal, dans l'Alemtejo, M. Delgado a signalé [3] un Gothlandien très complet, dont les parties inférieure et moyenne sont tout à fait comparables au Gothlandien de la région que nous avons étudiée.

Nous pouvons donc admettre, avec M. Barrois, qu'à l'époque silurienne toute la péninsule hispanique (sauf l'Andalousie) faisait partie d'une même aire synclinale.

La région des Pyrénées et de la Montagne Noire, comme je viens de le montrer, appartenait à la même province qui s'étendait d'ailleurs plus au nord, couvrant tout l'Ouest de la France et de la Bretagne ; l'Ordovicien de ces contrées offre en effet, comme je l'ai indiqué précédemment à plusieurs reprises et comme de Verneuil l'avait déjà soupçonné en 1852 [4], les plus grandes analogies avec celui de la Chaîne Ibérique, et le Gothlandien des environs de Rennes est de tous points semblable à celui de Herrera et d'Orihuela.

Si maintenant nous comparons la faune silurienne précédente à celle du Nord de l'Europe, nous voyons que pendant l'Ordovicien il existait deux provinces bien nettes : une province méridionale dont je viens de parler et une province septentrionale comprenant l'Angleterre et tout le Nord de l'Europe.

Dans le cours professé à la Sorbonne en 1895, M. Munier-Chalmas fit remarquer que cette division en deux provinces avait disparu au début du Gothlandien ; la faune gothlandienne est la même partout et la présence des Polypiers dans les couches de Gothland indique une profonde modification dans le milieu ambiant ;

1. D. de Cortázar. — Reseña fisica y geologica de la provincia de Ciudad-Real. — *Bol. Com. Map. geol., Esp.*, t. VII, 1880.

2. J. Gonzalo y Tarin. — Reseña fisica y geológica de la provincia de Badajoz. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. V, 1879.

3. J. Delgado. — Correspondance relative à la classification des schistes siluriens à Neréites découverts dans le sud du Portugal. — *Jornal de Sciencias math. phys. y naturas*, N° XXVI, 1879.

4. De Verneuil et Collomb. — Coup-d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne. — *B. S. G. F.*, 2e série, t. X, p. 133.

Deux ans plus tard, de Verneuil et Barrande, dans leur Description des fossiles siluriens de la Sierra Morena, mirent en évidence « les relations qui lient les dépôts paléozoïques de France, d'Espagne et de Bohême, et l'espèce de contraste qu'ils offrent avec ceux de l'Angleterre, de la Suède et de la Russie ». — *B. S. G. F.*, 2e série, t. XII, p. 966.

de là proviendraient l'extension de la faune méridionale et la disparition de la province septentrionale [1].

Roches éruptives

Un certain nombre de roches éruptives traversent les assises siluriennes que je viens de décrire. M. Palacios a indiqué avec précision l'emplacement de plusieurs îlots de diabase et de porphyrite dans la bande silurienne de Fombuena et M. de Cortázar a signalé la présence d'une ophite à El Castillo, près de Noguera (Chaîne Hespérique). J'ai pu observer plusieurs de ces roches éruptives, que j'ai étudiées avec les conseils et l'aide de mon ami M. Léon Bertrand. Les schistes de l'Ordovicien supérieur du Val de Ocino (fig. 6) sont traversés par plusieurs dykes de labradorite, comme on peut le voir le long du ruisseau, ou encore en suivant le chemin de Fombuena à Luesma; ces dykes sont visibles sur quelques mètres à peine et les échantillons de roches éruptives qu'on peut recueillir sont le plus souvent très décomposés; l'un de ces échantillons m'a montré la composition suivante, identique à celle des roches déjà signalées par M. Palacios [**51**] :

I. Grands cristaux de quartz corrodés; grands cristaux de feldspath basique présentant une composition variable entre celle du labrador et celle de l'anorthite; les éléments ferro-magnésiens primitifs, qui sont indiqués par de la chlorite et des grains de fer oxydulé, paraissent avoir été de la hornblende.

II. Microlithes feldspathiques nombreux et enchevêtrés, qui semblent se rapporter à un plagioclase basique.

La calcite est abondante dans la roche et a souvent tout envahi.

Nous avons donc là une porphyrite labradorique avec grands cristaux de quartz corrodés, semblables à ceux des porphyres.

Ces cristaux de quartz, dont la présence est assez anormale, existent dans toutes les préparations que j'ai étudiées; je ferai d'ailleurs remarquer qu'ils sont généralement entourés d'une auréole différenciée, assez mince et régulière, actuellement transformée en calcite, et en outre imprégnée de produits ferrugineux dans l'une des préparations que j'ai observées.

1. Munier-Chalmas. — Cours inédit (1895).

Un peu plus au nord, le long du chemin qui va de Vistabella à Cerveruela, à 2 kilomètres de ce dernier village, les schistes et quartzites ordoviciens sont traversés par plusieurs dykes de roches ayant la composition suivante :

I. — Grands cristaux d'andésine avec quelques-uns d'orthose.

II. — Microlithes d'orthose, courts et trapus ; microlithes d'andésine. Ces microlithes, très abondants et qui constituent presque tout le fond de la roche, sont entourés d'une pâte formée principalement de paillettes chloriteuses, dans laquelle on observe en outre de petites plages de calcite.

Ces roches sont donc intermédiaires entre les orthophyres et les porphyrites.

Dans la Chaîne Hespérique, à 2 kilomètres au N. O. de Noguera, on peut observer un dyke de microgranulite qui traverse les quartzites et les schistes fossilifères du Gothlandien ; la coupe suivante montre les relations de ce dyke avec les terrains sédimentaires qui l'entourent.

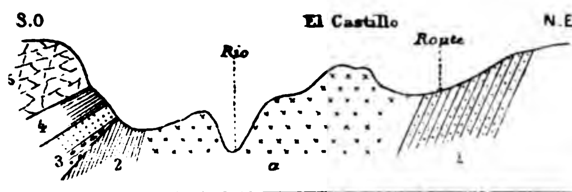


Fig. 13. — COUPE DE EL CASTILLO (NORD-OUEST DE NOGUERA)

1 — Quartzites (Ordovicien et Gothlandien inférieur).
2 — Schistes fossilifères (Gothlandien inférieur et moyen).
3 — Conglomérats et grès (Trias inférieur).
4 — Marnes irisées gypsifères (Trias supérieur).
5 — Calcaire dolomitique (Infralias et Lias inférieur).
α — Dyke de microgranulite.

Échelle approximative des longueurs $\frac{1}{25.000}$

Étudiée au microscope, cette roche, citée par plusieurs géologues espagnols comme étant une ophite, montre les caractères d'une microgranulite typique ; au contact des schistes, toute sa pâte est formée d'éponges de quartz.

III

DÉVONIEN

Historique

En 1863, de Verneuil et Lartet [68] signalèrent, entre La Hoz de la Vieja et Segura, la présence de « phyllades vacuolaires, semblables aux roches dévoniennes de l'Ouest de la France et à celles des bords du Rhin, renfermant des Polypiers du genre *Petraia*, des tiges d'Encrines, une tête de *Phacops* et un petit *Spirifer* analogue au *Spirifer Bouchardi* ». La carte géologique de l'Espagne et du Portugal de E. de Verneuil et Collomb (2e édition, 1868), montre l'existance d'une bande dévonienne, dirigée S. S. E. - N. N. O. et allant de La Hoz à Luesma.

La partie septentrionale de cette bande a été étudiée par plusieurs géologues espagnols. M. de Cortázar, dans sa description géologique de la province de Teruel [27], indique l'existence, près de Nogueras et de Ferreruela, de grauwackes et de schistes dévoniens à *Spirifer Rousseaui*, *Leptæna Murchisoni*, etc. Ces assises fossilifères se continuent dans la province de Saragosse ; en 1873, M. Martin Donayre [30] en décrivit la faune, et tout récemment M. Palacios [51] en étudia l'extension et la constitution minéralogique dans son travail sur les environs de Daroca.

Distribution du Dévonien

Dans tout le Sud de l'Aragon, les affleurements du Dévonien sont moins nombreux et moins étendus que ceux du Silurien et du Cambrien. J'ai déjà eu l'occasion de signaler que les dépôts siluriens de la partie méridionale de la Chaîne Hespérique sont partout recouverts en discordance par le Trias inférieur : le Dévonien n'existe pas dans cette région ; pour le trouver, il faudrait aller

beaucoup plus à l'ouest, aux environs d'Hinarejos, dans la province de Cuenca [1], ou encore à l'extrémité de la Sierra de Guadarrama, près d'Alcolea (province de Guadalajara).

Le Dévonien manque également dans toute la bande occidentale de la Chaîne Ibérique (bande de Murero et d'Atea); les dépôts siluriens, depuis Tornos jusqu'à Pardos et Deza, sont recouverts directement par les grès et les marnes du Trias. Mais la région orientale (bande de Badules) nous présente un beau développement du Dévonien inférieur, qui forme une bande à peine discontinue depuis Nogueras jusqu'au S. E. de Montalban (voir la carte Pl. I).

Dans sa partie septentrionale, cette bande s'appuie sur le Gothlandien de Herrera et de Badenas; au sud du Rio Moyuela, les couches siluriennes ayant disparu, le Dévonien seul marque la direction de la Chaîne Ibérique et ses affleurements sont très nets jusqu'aux environs de Castel de Cabra.

Descriptions locales

C'est entre les hauteurs de la Virgen de Herrera et les villages de Nogueras et de Santa Cruz que j'ai pu le mieux étudier les diverses assises dévoniennes, et la coupe suivante, prise de la Virgen au plateau de Villar, est l'une des plus complètes que j'aie observées dans toute la région.

Sur les schistes à *Cardiola interrupta*, assez fortement plissés, repose une masse puissante de quartzites colorés en rouge par des oxydes de fer. Ces quartzites ne sont pas fossilifères; je les rapporte cependant au Dévonien: ils passent en effet d'une façon presque insensible aux couches supérieures, qui sont nettement coblentziennes; d'autre part, nous avons vu que tous les quartzites siluriens avaient la même direction N. O.-S. E. et qu'aux environs de Luesma ils étaient tous inclinés vers le nord-est; or la direction générale et l'inclinaison des quarzites ferrugineux et des assises dévoniennes fossilifères sont très différentes: en effet, aux environs de Nogueras

1. En 1852, de Verneuil et Collomb ont recueilli, aux environs d'Hinarejos, une riche faune dévonienne : *Cryphæus calliteles*, *Spirifer Rousseaui*, *Terebratula Guerangeri*, *Leptæna Murchisoni*, etc. — *B. S. G. F.*, 2e série, t. X., p. 127.

En 1853, de Verneuil et de Lorière signalèrent, entre Siguenza et Atienza, des calcaires à *Terebratula sub-Wilsoni*, *T. Guerangeri*, *Spirifer Rousseaui*, *Chonetes sarcinulata*. — *B. S. G. F.*, 2e série, t. XI, p. 665.

et de Santa Cruz de Nogueras, les strates sont inclinées vers le sud-sud-est et vers le sud et leur direction est E. N. E.-O. S. O. Il semble que dans la Chaîne Ibérique il se soit produit des mouvements locaux, probablement de très peu d'importance, entre le Silurien et le Dévonien; mais les différentes coupes que j'ai relevées dans la région n'indiquent aucune discordance entre les deux systèmes.



Fig. 14. — Coupe de la Virgen de Herrera a Nogueras

1 — Quartzites du Gothlandien inférieur.			
2 — Schistes à *Cardiola interrupta*	80 m.		
3 — Quartzites souvent ferrugineux, non fossilifères .	150 m.	}	Dévonien inférieur
4 — Schistes calcarifères, avec bancs calcaires.	50 m.		
5 — Quartzites, schistes, calcaires et grauwacke . . .	80 m.		
6 — Tertiaire horizontal du bassin de l'Ebre.			

Longueur de la coupe : 5 kilomètres.

Les quartzites de la base du Dévonien (3) ont 150 mètres de puissance environ et leur inclinaison vers le sud varie de 30 à 70 degrés; ils sont surmontés directement par les calcaires à *Spirifer* du groupe du *Sp. Venus* ; je puis donc les paralléliser avec les grès à *Orthis Monnieri* qui, dans le massif armoricain et dans le Cotentin, occupent la même position stratigraphique; toutefois leur base pourrait peut-être représenter une partie du Gédinnien. Quoique je n'aie trouvé dans la région aucun fossile du Gédinnien, il est probable que cet étage existe; il serait alors représenté par la partie terminale des schistes (2), dont les assises moyennes seules renferment les nodules à *Cardiola interrupta*, et aussi par les bancs inférieurs des quartzites non fossilifères (3); en certains points, d'ailleurs, les schistes passent presque insensiblement aux quartzites par intercalation de petits bancs gréseux; la sédimentation a donc été continue dans la région.

Les quartzites supportent des schistes calcarifères avec bancs de calcaire (4); à leur partie supérieure, les schistes deviennent plus

fissiles et alternent avec des lits de grès et de calcaire gréseux. Ces diverses assises, dont l'épaisseur est d'environ 50 mètres, sont assez fossilifères et renferment la faune suivante :

Cryphæus sp.
Tentaculites Velaini Mun.-Ch.
Plectambonites Bouei Barr.
Orthotetes hipparionix Schnur sp.
Hysterolites vulvarius Schl. sp.
Orthis Gervillei Defr. sp.
» *fascicularis* d'Orb.
Rhynchonella cypris d'Orb.
Megalanteris inornata d'Orb. sp.
Trigeria (Centronella) Guerangeri de Vern. sp.
Spirifer du groupe de *Sp. Venus* [1] d'Orb.

Megalanteris inornata est particulièrement abondant.

Sur ces assises repose une succession de grès, de schistes et de grauwackes, avec bancs calcaires (5), dont la puissance est de 80 mètres, qu'on peut suivre jusqu'au village même de Nogueras et qui disparaît un peu au-delà du rio Camaras sous les poudingues tertiaires du bassin de l'Ebre; toute cette série, très fossilifère, renferme une faune présentant avec la précédente les plus grandes analogies. A la base on observe surtout des quartzites avec intercalations de lits schisteux peu fossilifères ; j'y ai recueilli seulement un *Proetus* et quelques exemplaires de *Leptæna rhomboidalis*. Ces quartzites supportent des schistes assez puissants, quelquefois gréseux mais le plus souvent calcarifères, alternant avec des bancs calcaires et quelques bancs de grès ; tout cet ensemble renferme en outre quelques lits de véritable grauwacke ; les schistes gréseux sont à peine fossilifères ; mais les grauwackes et les calcaires, bien développés près de la fontaine de Nogueras, renferment une faune très riche caractérisée par les espèces suivantes :

Cryphæus Munieri Œhl.
» sp.
Homalonotus lævicauda Qu.
» cf. *multicostatus* Koch
» nov. sp.
Phacops sp.

1. Ce Spirifer est très abondant dans le Dévonien de la Mayenne et appartient à une espèce non décrite (Communication de M. D.-P. Œhlert).

Tentaculites Velaini Mun.-Ch.
Pterinea cf. *Guerangeri* Œhl.
Lingula sp.
Craniella sp.
Chonetes sarcinulata Schl. sp.
Leptæna Sedgwicki d'Arch. et de Vern.
» sp.
» *rhomboidalis* Wahl. sp.
Orthotetes hipparionix Schnur sp.
Hysterolites vulvarius Schl. sp.
Rhipidomella Hamoni Rouault sp.
Orthis Gervillei Defr. sp.
» sp.
Spirifer Pellicoi de Vern.
» sp. du groupe du *Sp. Venus* d'Orb.
Merista sp.
Atrypa reticularis var. *aspera* Schl.
Rhynchonella cypris d'Orb.
» *cypris* var. *Baconnierensis* Œhl.
» *subpareti* Œhl.
Megalanteris inornata d'Orb. sp.
Trigeria (Centronella) Guerangeri de Vern. sp.
» » cf. *Gaudryi* Œhl.
Crinoïdes.
Zaphrentis sp.
Receptaculites sp.

Cette faune et celle des schistes calcarifères sous-jacents sont tout à fait comparables à la faune des calcaires de Néhou ; les assises fossilifères des environs de Nogueras représentent donc le Coblentzien inférieur. Malgré mes recherches, je n'ai pu établir aucune division paléontologique bien nette dans cet ensemble puissant de schistes et de calcaires fossilifères ; de la base au sommet, j'ai trouvé la même association d'espèces avec prédominance constante des *Cryphæus*, des *Spirifer*, des *Orthis* et des *Centronella*. Toutefois, j'ai déjà indiqué que *Megalanteris inornata* était très abondante à la base ; elle est au contraire très rare dans les assises supérieures. Les bancs calcaires qui affleurent à la fontaine de Nogueras renferment de nombreux exemplaires d'*Homalonotus*, de *Cryphæus*, d'*Orthis* et de *Orthotetes hipparionix* et sont particulièrement très riches en *Trigeria Guerangeri*, en *Rhynchonella cypris* et surtout en *Spirifer* du groupe du *Sp. Venus* ; mais ces derniers

fossiles, comme les précédents d'ailleurs, se retrouvent en moins grande abondance dans toute la série des schistes et des calcaires.

Le chemin qui va de Nogueras à Badenas suit constamment ces couches fossilifères, qu'il est particulièrement facile d'étudier le long du ruisseau Almonacid [1]. Les schistes et les calcaires qui forment les berges de la rivière, et les murs qui longent le sentier, renferment une faune très riche, caractérisée surtout par l'abondance des *Chonetes sarcinulata*, et des *Trigeria Guerangeri* de grande taille ; avec ces deux espèces et la plupart de celles que j'ai citées précédemment, j'ai rencontré :

Pleurotomaria sp.
Orthis umbraculum Schl.
» *fascicularis* d'Orb.
Spirifer Pellicoi de Vern.
Uncinulus sub-Wilsoni d'Orb. sp.
Atrypa reticularis, var. *prisca* Lin. sp.

A 1 kilomètre à l'est de Badenas, les schistes dévoniens se relèvent brusquement et viennent s'appuyer sur le Gothlandien fossilifère dont j'ai parlé plus haut (page 44) ; en certains points l'inclinaison des couches dépasse la verticale et les schistes à *Orthoceras* du Silurien supérieur semblent reposer sur les quartzites du Coblentzien inférieur.

Le Coblentzien acquiert un beau développement entre Badenas et Loscos. Au-dessus des quartzites de la base, que j'ai figurés sur la coupe fig. 8 (page 44) et qui renferment à leur partie supérieure des parties calcaires avec nombreux Polypiers, on trouve la même succession de schistes et de calcaires, avec la même faune ; les couches plongent en général vers le sud et forment une série de petites collines légèrement ondulées, qu'on suit pendant 5 à 6 kilomètres et qui sont formées presque toutes aux dépens des assises fossilifères. Dans les ravins de la Modorra et de Santo Domingo, les schistes dévoniens argileux, assez fissiles et non fossilifères en ces points, sont traversés par des roches éruptives, dont je dirai quelques mots plus loin. Près de Loscos, les schistes disparaissent parfois sous des

1. Ce ruisseau est quelquefois désigné sous le nom de Rio Camaras ; les géographes ne sont pas toujours d'accord sur les noms à donner aux diverses rivières de la province, et d'ailleurs il n'est pas rare de voir la même rivière prendre successivement plusieurs noms, formés en faisant précéder du mot Rio les noms des principaux villages qu'elle traverse.

poudingues tertiaires, formés de fragments anguleux de quartzites et de calcaires et épais de 10 mètres à peine ; ces poudingues se relient nettement aux poudingues inférieurs de la vallée tertiaire de l'Èbre,qui acquièrent un peu plus à l'est une très grande puissance ; mais à l'ouest de Loscos ils sont à peine développés et laissent affleurer presque constamment le Dévonien inférieur assez fortement incliné.

Loscos est bâti sur les schistes et les calcaires du Coblentzien et près du village, dans les murs qui séparent les jardins, j'ai souvent trouvé de nombreux échantillons de *Phacops*, de *Spirifer* et d'*Orthis*, identiques à ceux que j'ai signalés précédemment. Le chemin qui va de Loscos à Monforte est établi sur les schistes calcarifères, toujours faiblement inclinés vers le sud, et le ruisseau qui coule à 1 kilomètre au nord de ce dernier village montre de très beaux affleurements des assises fossilifères. Au point de vue stratigraphique, les schistes de Monforte sont supérieurs à ceux de Nogueras que nous venons d'étudier ; la faune en est un peu différente :

Phacops Potieri Bayle
Tentaculites Velaini Mun.-Ch.
Palæoneilo sp.
Guerangeria sp.
Craniella sp.
Orthotetes hipparionix Schnur sp.
Rhipidomella Hamoni Rouault sp.
Orthis Gervillei Defr. sp.
Spirifer sp.
Cyrtina heteroclita Defr. sp.
Athyris undata Defr. sp.
Atrypa reticularis var. *aspera* Schl.
» » var. *prisca* Lin. sp.
Rhynchonella sp.
Pentamerus galeatus Hall
Favosites sp.
Zaphrentis sp.

Cette faune locale est surtout caractérisée par l'abondance extraordinaire de l'*Atrypa reticularis*, var. *prisca*.

Au sud-est de Monforte les affleurements dévoniens deviennent de moins en moins importants : l'axe silurien a déjà complètement disparu, et les dépôts triasiques viennent reposer en discordance, à l'est et à l'ouest, sur les couches coblentziennes. La

coupe suivante, prise aux environs de Rudilla, montre bien cette disposition.



Fig. 15. — COUPE S.O.-N.E. PRISE A 1 KIL. AU NORD DE RUDILLA

1 — Calcaires, schistes et quartzites du Coblentzien inférieur.
2 — Grès et poudingues du Trias inférieur (15 à 30 mètres).
3 — Calcaire fossilifère du Muschelkalk (20 à 40 mètres).
4 — Marnes irisées gypsifères du Trias supérieur.
5 — Calcaire dolomitique de l'Infralias.
6 — Crétacé (Gault et Cénomanien).

Longueur de la coupe : 4 kilomètres.

Un peu plus au sud, aux environs d'Anadon, le Dévonien est complètement recouvert par le Trias, mais le manteau triasique est très peu épais et le Coblentzien apparaît dans les ravins situés au nord du village, ou encore le long du Rio Marineta. D'ailleurs, à 1 kilomètre au sud d'Anadon, on voit réapparaître nettement une bande dévonienne, qu'on peut suivre d'une façon continue jusqu'à Montalban et Castel de Cabra.

Dans toute cette région, où le Silurien n'affleure plus, l'axe de la Chaîne Ibérique est formé par un anticlinal dévonien, représenté nettement dans les deux coupes suivantes (fig. 16 et 17), mais dont l'un des deux flancs est quelquefois caché par le Trias. Cette bande dévonienne est dirigée du N. O. au S. E., depuis Anadon jusqu'à Montalban ; là, elle s'incurve et se dirige vers l'est jusqu'aux environs de Castel de Cabra, où elle disparaît sous les terrains secondaires [1].

1. La vallée tertiaire de l'Ebre est limitée au sud-ouest et au sud par un anticlinal très net, dont l'axe est formé par les terrains anciens depuis le Monte Toranzo (province de Soria) jusqu'à Castel de Cabra (province de Teruel). L'anticlinal se poursuit à l'est jusque dans la province de Tarragone, mais l'axe en est occupé par les terrains secondaires : à Calanda, par exemple, comme je le montrerai plus loin, il est formé par les marnes du Trias ; mais, dans le Nord de la province de Teruel, l'axe de l'anticlinal est souvent caché par des sédiments tertiaires horizontaux.

La coupe suivante, prise entre La Hoz de la Vieja et Armillas, est la plus complète de toutes celles que j'ai pu relever dans la région ; elle est prise le long du chemin de Segura, suivi et décrit par de Verneuil et Lartet en 1862 [68].

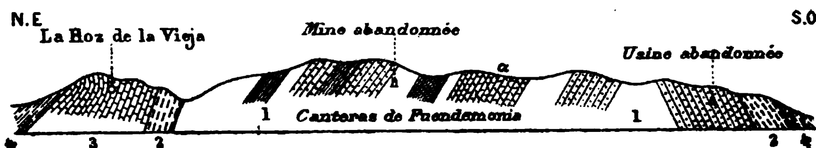


Fig. 16. — Coupe de La Hoz a Armillas (chemin de Segura)

1 — Quartzites, schistes et grauwackes dévoniens (α, grauwacke fossilifère).
2 — Grès du Trias inférieur — 25 mètres.
3 — Calcaires du Muschelkalk — 200 mètres (la partie supérieure est fossilifère).
4 — Marnes irisées du Trias supérieur.

Longueur de la coupe : 6 kilomètres.

L'axe de l'anticlinal est formé par des quartzites, le plus souvent ferrugineux, traversés par de nombreux filons de quartz avec galène autrefois exploitée. Vers le sud-ouest, ces quartzites sont recouverts en discordance par des grès rouges triasiques ; mais au nord-est, du côté de La Hoz de la Vieja, ils sont surmontés par des grauwackes ferrugineuses, fossilifères à l'endroit connu sous le nom de Canteras de Fuendemonia. J'ai trouvé dans ces schistes les espèces suivantes :

Chonetes sarcinulata Schl. sp.
Orthotetes hipparionix Schnur sp.
Orthis Gervillei Defr. sp.
Spirifer sp.
Polypiers
Tiges d'Encrines.

De Verneuil avait signalé dans ces mêmes assises une tête de *Phacops* et un *Spirifer* voisin de *Sp. Bouchardi*. Cette faune montre que la grauwacke de La Hoz appartient au Coblentzien inférieur.

Sur ces assises repose en concordance une série puissante de quartzites et de schistes non fossilifères, que l'on peut suivre sur plusieurs kilomètres jusqu'au village de La Hoz; les quartzites sont souvent riches en fer et quelques bancs ont été autrefois

activement exploités; tout cet ensemble peut représenter le Coblentzien supérieur et peut-être une partie du Dévonien moyen. A 200 mètres environ du village de La Hoz, les couches dévoniennes sont recouvertes en discordance par les grès rouges du Trias.

Les mêmes assises peuvent se suivre plus au sud; mais, par suite de la grande transgression triasique, la largeur de la bande diminue de plus en plus : on peut l'évaluer à 6 kilomètres aux environs de La Hoz; elle atteint à peine 300 mètres entre Montalban et Peñaroyas, à l'endroit où a été relevée la coupe suivante :

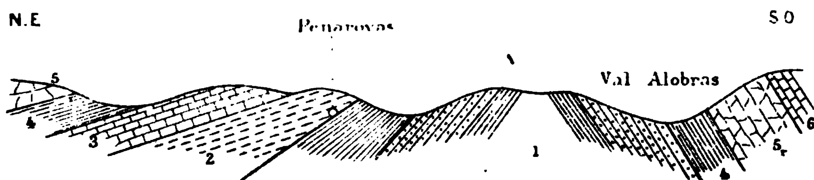


Fig. 17. — COUPE DE MONTALBAN A PEÑAROYAS

1 — Schistes avec quartzites assez fortement plissés. Dévonien — 180 m.
2 — Grès rouge. Trias inférieur — 40 mètres.
3 — Calcaire en bancs très réguliers. Muschelkalk — 25 mètres.
4 — Marnes irisées gypsifères. Trias supérieur — 40 mètres.
5 — Calcaire compact dolomitique. Infralias et Lias inf. — 60 mètres.
6 — Calcaire marneux fossilifère. Lias moyen et Lias supérieur.
Longueur de la coupe : 750 mètres.

Elle est encore plus réduite au nord de Castel de Cabra : le flanc sud-ouest de l'anticlinal est recouvert par le Trias et les quartzites dévoniens sont visibles sur 50 mètres à peine; un peu plus à l'est, entre Castel et Cañizar, le Dévonien est complètement caché par les sédiments secondaires [1].

En résumé, le Dévonien du Sud de l'Aragon m'a montré un beau développement de schistes et de calcaires fossilifères, dont la faune est identique à celle du calcaire de Néhou, et j'ai pu suivre ces assises depuis Nogueras jusqu'aux environs de Montalban.

1. Un peu à l'est de la bande dévonienne que je viens d'étudier et que j'ai suivie d'une façon presque ininterrompue depuis Nogueras jusqu'à Castel de Cabra, M. de Cortázar cite un petit affleurement dévonien aux environs de Lagueruela, localité que je n'ai pas visitée. Suivant le savant ingénieur, au-dessus des grès et des psammites ferrugineux avec tiges d'Encrines, on trouverait des calcaires dévoniens renfermant la faune de Nogueras.

A la base de ce Coblentzien inférieur j'ai observé des grès et des quartzites non fossilifères, qui représentent le grès à *Orthis Monnieri* et peut-être une partie du Gédinnien; ils reposent sur des schistes dont les assises moyennes renferment des nodules à *Cardiola interrupta* ; comme je l'ai indiqué précédemment, le Gédinnien est probablement représenté par les bancs inférieurs des quartzites non fossilifères et la partie terminale des schistes sous-jacents.

Les assises fossilifères de Nogueras sont surmontées par des quartzites et des schistes sans fossiles qui représentent la partie terminale du Coblentzien et peut-être les étages supérieurs. Mais, dans toute la région, la présence du Coblentzien moyen est seule parfaitement démontrée.

Comparaison du Dévonien inférieur du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines

Dans son étude sur les Asturies et la Galice, M. Barrois [1] a montré « qu'il devait exister une mer ouverte au centre de l'Espagne à la fin du Dévonien inférieur et pendant le Dévonien moyen »; cette mer s'étendait à l'ouest sur une grande partie de la Meseta, puisque les sédiments dévoniens ont été signalés dans les provinces de Cordoue, de Caceres et dans le royaume de Léon. Dans l'état actuel de nos connaissances, il est encore difficile de comparer les formations dévoniennes dans les diverses provinces de l'Espagne : le plus souvent, en effet, les auteurs n'ont pas distingué les différents étages dans leurs descriptions géologiques. Je n'étudierai ici que le Dévonien inférieur et en particulier le Coblentzien, qui, en Espagne, sont assez bien représentés et paraissent exister dans presque toutes les régions où le Dévonien a été signalé.

Dans la province de Cuenca, de Verneuil [**61**], MM. Jacquot [2] et de Cortázar [**26**] ont indiqué l'existence du Dévonien inférieur très net, que l'on retrouve un peu plus au nord, dans la province de Guadalajara, où il a été étudié par de Verneuil et Carlos Castel [3]. J'ai cité précédemment (page 57, note infrapaginale) la faune recueillie dans ces deux provinces par E. de Verneuil ; elle est

1. Ch. Barrois. — Loc. cit. p. 508.
2. Jacquot. — Esquisse géologique de la Serrania de Cuenca. — *Annales des Mines*, t. IX, 1866.
3. Carlos Castel. — Descripcion geológica de la provincia de Guadalajara. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. VIII, p. 175, 1881.

identique à celle de Nogueras et appartient incontestablement au Coblentzien.

Dans la province de Ciudad-Real, M. de Cortázar [1] a étudié, en 1880, plusieurs petits îlots dévoniens reposant directement sur le Gothlandien à *Cardiola interrupta* et renfermant les espèces suivantes : *Homalonotus Prudoanus*, *Spirifer Pellicoi*, *Sp. speciosus*, *Strophomena rhomboidalis*, et un peu plus à l'ouest, dans la province de Badajoz, Gonzalo y Tarin [2] indique l'existence de couches dévoniennes fossilifères; les espèces citées par le savant ingénieur appartiennent à plusieurs étages, parmi lesquels se trouve certainement le Coblentzien, caractérisé par des *Spirifer* voisins de *Sp. Rousseaui* et par *Rhynchonella Orbignyana*; dans cette province d'ailleurs, des mouvements se sont produits entre le Silurien et le Dévonien, qui repose en discordance sur les terrains plus anciens.

Dans la province de Cordoue, M. Mallada [3] a signalé des grauwackes fossilifères à *Pleurodictyum problematicum*, et dans la province de Caceres, MM. Mallada et Egozcue [4] ont décrit des calcaires à *Rhynchonella Orbignyana*, dont la base pourrait appartenir au Coblentzien.

En résumé, bien que le Dévonien ait une assez faible extension en Espagne, les affleurements du Coblentzien sont relativement abondants dans la Sierra Morena et dans les Monts de Tolède, et ils s'y présentent partout avec la même faune.

La mer coblentzienne couvrait d'ailleurs une grande partie du Nord de la péninsule. M. Barrois, dans sa belle étude sur les Asturies, a montré l'existence, dans cette région, d'un Dévonien très puissant et très fossilifère ; la base en est formée par les *grès de Furada* et les *schistes et calcaires de la Nieva*, qui peuvent être parallélisés avec les grès et les schistes calcarifères de Nogueras.

La faune du Dévonien inférieur se retrouve, avec les mêmes caractères, tout le long de la cordillère des Pyrénées : les assises à *Spirifer*

1. D. de Cortázar. — Descripcion geológica de la provincia de Ciudad-Real. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. VII, p. 24, 1880.

2. Gonzalo y Tarin. — Reseña fis. geol. de la provincia de Badajoz. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. VI, p. 405, 1879.

3. Mallada. — Reconocimiento geol. de la provincia de Cordoba. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. VII, 1880.

4. Egozcue y Mallada. — Descripcion geol. de la provincia de Caceres. — *Mem. Com. Map. geol. Esp.*, 1876, p. 152.

Pellicoi ont été signalées dans la Navarre, par M. Stuart-Menteath [1], et, au nord de la province de Huesca, M. Mallada [2] a décrit une zone à *Rhynchonella Pareti* et *Spirigerina reticularis*, qui se poursuit jusque dans les provinces de Lerida et de Gerona.

Le Dévonien inférieur est connu au nord des Pyrénées et M. Bergeron [3] l'a étudié dans la Montagne Noire. Malheureusement, dans cette région, la base du Coblentzien est représentée par des dolomies non fossilifères; elles passent, à leur partie supérieure, à des calcaires marneux, dont la faune rappelle celle que j'ai décrite dans les environs de Monforte.

Mais c'est avec le Dévonien de l'Ouest de la France que celui du Sud de l'Aragon présente les plus grandes affinités paléontologiques. Déjà, en 1850, de Verneuil [4] avait montré que le Dévonien de la Sarthe possédait 28 espèces communes avec celui des provinces de Léon, des Asturies et de la Sierra Morena (le Dévonien de l'Aragon n'avait pas encore été signalé). Cette similitude de faune a d'ailleurs été confirmée par les travaux plus récents publiés par M. D.-P. Œhlert [5] sur le Dévonien de la Sarthe.

La description que j'ai faite des assises de Nogueras vient confirmer l'idée émise par MM. Œhlert et Davoust [6] « que la ressemblance du Dévonien de la Sarthe avec celui de l'Espagne tendra à augmenter lorsque de nouveaux travaux seront venus grossir la liste des fossiles de ces différents pays ». Les affinités paléontologiques et pétrographiques entre le Dévonien de la Sarthe et celui de l'Aragon sont frappantes; M. D.-P. Œhlert, qui a bien voulu m'aider de ses conseils pour la détermination de mes fossiles et vérifier l'exactitude des listes que j'ai données plus haut, me les a signalées, dès 1892, au retour de mon second voyage en Espagne; dans les deux régions on trouve les mêmes espèces, la même association d'espèces et la même abondance de certaines formes; d'autre

1. Stuart-Menteath. — Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipuzcoa et du Labourd. — *B. S. G. F.*, 3me série, t. IX, p. 307.

2. Mallada. — Descripcion fisica y geologica de la provincia de Huesca. — *Mem. Com. Map. geol. Esp.*, 1878.

3. Bergeron. — Loc. cit., p. 119.

4. de Verneuil. — Réunion extraordinaire du Mans. — *B. S. G. F.*, 2me série, t. VII, page 784.

5. D. P. Œhlert. — Note sur quelques Pélécypodes dévoniens. — *B. S. G. F.*, 3e série, t. XVI, p. 633.

6. Œhlert et Davoust. — Sur le Dévonien du département de la Sarthe. — *B. S. G. F.*, 3e série, t. VII, p. 702.

part, le faciès de la roche est souvent identique dans les deux contrées et, d'après M. D.-P. Œhlert, il serait difficile d'indiquer la provenance française ou espagnole de la plupart des échantillons coblentziens si on ne les avait pas recueillis soi-même.

A l'époque du Coblentzien, les conditions de dépôt étaient donc les mêmes dans l'Aragon et dans la Sarthe; ces deux régions faisaient vraisemblablement partie d'une même mer, qui, nous venons de le voir, occupait une grande partie de l'Espagne et le Sud de la France. Cette mer s'étendait d'ailleurs plus au nord et couvrait une partie du Cotentin; j'ai déjà insisté, à plusieurs reprises, sur le parallélisme des assises de Nogueras et des schistes et calcaires de Néhou.

Roches éruptives

Les schistes coblentziens qui affleurent entre Badenas et Loscos sont traversés par plusieurs dykes de roches éruptives que M. Léon Bertrand a bien voulu étudier; ces diverses roches apparaissent nettement dans les barrancos de la Modorra et de Santo Domingo.

A côté de *microgranulites typiques*, j'ai observé quelques dykes de roches plus basiques; l'une d'elles est une *diorite micacée quartzifère* appartenant nettement à la famille des *lamprophyres* et offrant la constitution suivante :

Mica noir abondant et amphibole hornblende (partiellement transformée en chlorite) renfermant d'assez nombreux grains de fer oxydulé; cristaux de feldspath plagioclase basique, appartenant pour la plupart au labrador : un assez grand nombre sont zonés et le centre en est formé de bytownite ou même d'anorthite; il existe en outre quelques rares plages d'orthose. Le quartz, relativement abondant et vraisemblablement d'origine secondaire, moule tous les autres éléments, auxquels il est nettement postérieur; il se présente, soit en grandes plages irrégulières du type granitique, soit sous forme d'un magma microgranulitique.

D'autres échantillons, assez altérés, se montrent formés d'amphibole brune en grands cristaux et de feldspath indéterminable; cette roche paraît devoir se rapporter aux *diorites*.

Il existe aussi des roches analogues à la précédente, au point de vue de la constitution minéralogique, mais montrant une structure nettement différente : l'amphibole et le feldspath plagioclase, au lieu de se présenter en cristaux homogènes, bien définis, se montrent sous forme de faisceaux de microlithes accolés ; cette roche se rapproche donc plutôt du type des *porphyrites amphiboliques*, tout en étant complètement cristallisée.

IV

TRIAS

Historique

Chaîne Hespérique. — De Verneuil et Collomb [**61**], les premiers, ont donné des renseignements précis sur le Trias du Sud de l'Aragon, qu'ils avaient parcouru en 1852; ils montrèrent que, pris dans son ensemble, le Trias de cette partie de l'Espagne offrait ses trois termes habituels alors connus : à la base, des poudingues et des grès; à la partie moyenne, des calcaires souvent dolomitiques, équivalent stratigraphique du Muschelkalk de l'Alsace, renfermant à Hinarejos (province de Cuenca) et à Royuela (province de Teruel) *Avicula socialis, Monotis Albertii, Rissoa dubia*; à la partie supérieure, des argiles, des marnes irisées avec gypse et sel. Leur carte d'Espagne, publiée en 1860, indique la répartition des sédiments triasiques, disposés le plus souvent en îlots ou accompagnant en bandes minces le cours des principales rivières.

Dans son Esquisse géologique de la Serrania de Cuenca, M. Jacquot [**40**] étudia la bordure occidentale du Plateau de l'Idubeda, confirma les observations de E. de Verneuil relatives au Muschelkalk et au Keuper, mais rapporta au Permien les poudingues et les grès inférieurs. Cette assimilation ne fut pas adoptée par M. de Cortázar [**26**], qui, dans son travail sur la province de Cuenca, reprit les idées de E. de Verneuil et donna une description détaillée des bandes triasiques situées à l'ouest de la Chaîne Hespérique. Ces bandes se continuent plus au nord dans la province de Guadalajara, dont M. Carlos Castel [1] a publié une excellente étude; là, les grès de la base renferment à leur partie supérieure *Equi-*

1. Carlos Castel. — Descripcion de la provincia de Guadalajara. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.* t. VIII. 1883.

setum arenaceum, *Eq. Brongniarti*, *Albertia elliptica* ; les calcaires de la partie moyenne, souvent très développés, ont fourni à de Verneuil et Aranzazu un exemplaire de *Nautilus bidorsatus* et plusieurs *Myophoria curvirostris*, et le système se termine par des marnes irisées renfermant des cristaux d'aragonite, près de Molina de Aragon.

L'extrémité méridionale de la chaîne (province de Teruel) a fait l'objet de trois monographies, dues à Vilanova et à MM. de Cortázar et Leandro Calvo. Ces divers auteurs, et surtout les deux derniers, ont précisé la position et l'extension des divers affleurements triasiques, qu'ils ont indiqués avec soin sur les cartes géologiques qui accompagnent leurs mémoires : M. de Cortázar étudia spécialement le Muschelkalk fossilifère de Royuela, caractérisé par la faune suivante : *Turbonilla dubia*, *Arcomya inæquivalvis*, *Avicula Bronni*, *Pecten Albertii*, *Clidophorus Goldfussi*.

Chaîne Ibérique. — En 1863, de Verneuil et Lartet [**68**], dans leur note sur les environs de Segura, décrivirent la bande triasique qui va du Moncayo à Montalban et signalèrent les couches fossilifères de La Hoz à *Myophoria lævigata* et *Mytilus eduliformis*.

L'étude de la partie méridionale de la chaîne fut reprise par M. de Cortázar [**27**], qui fit connaître l'extension de la bande triasique de Montalban et de Segura et recueillit, dans les calcaires de La Hoz, une faune assez riche : *Myophoria Goldfussi*, *Nucula gregaria*, *Gervillia costata*, *Posidonomya minuta*, *Lingula tenuissima*.

La région septentrionale (province de Saragosse) fut étudiée par MM. Martin Donayre et Pedro Palacios. Le premier, dans son esquisse géologique de la province de Saragosse [**30**], donna en 1878 une excellente description locale des bandes triasiques qui bordent la Chaîne Ibérique et qui présentent toutes la succession indiquée par de Verneuil ; le Muschelkalk de la bande orientale est fossilifère à El Frasno (*Myophoria vulgaris*) ; celui de la bande occidentale renferme, à Monterde, *Astarte triasina*, *Avicula socialis*, *Posidonomya minuta*, *Lingula tenuissima*. Ces résultats furent confirmés par Palacios [**51**], qui précisa la position et l'extension des divers affleurements.

Les divers géologues espagnols que je viens de citer ont tous rapporté au Trias supérieur une masse importante de calcaire dolomitique superposé aux marnes irisées et recouvert, dans la région, par les assises terminales du Lias inférieur. J'indiquerai plus

loin les raisons qui me font rapporter ces calcaires à la base de la série liasique, et dans ma description du Trias, je parlerai seulement des trois termes classiques, si bien mis en évidence par E. de Verneuil dès 1852.

Distribution du Trias et descriptions locales

Le début de l'ère triasique est marqué par une très importante transgression de la mer, qui recouvrit probablement tous les terrains paléozoïques, et dont les sédiments reposent en discordance très nette sur le Dévonien et sur le Silurien. La base du Trias est constamment formée par une série très puissante de poudingues et de grès non fossilifères. Au-dessus, on observe fréquemment des calcaires, parfois dolomitiques, dont l'épaisseur est très variable dans une même bande; ces calcaires manquent dans beaucoup de localités, où nous verrons les marnes irisées gypsifères reposer directement sur les grès inférieurs; mais l'alternance des grès et des marnes montre qu'il n'y a pas eu d'émersions locales ; les conditions de sédimentation n'étaient pas uniformes, et pendant qu'en certains points se déposaient les calcaires du Muschelkalk, dans d'autres les grès continuaient à se former ou bien le régime lagunaire avait déjà commencé. A la fin du Trias, ce régime était général dans le Sud de l'Aragon ; les marnes irisées gypsifères, tout à fait comparables à celles du Keuper de la Lorraine, terminent partout la série triasique telle que je l'ai définie et acquièrent souvent une grande puissance.

Les sédiments triasiques sont surtout localisés le long des deux bandes paléozoïques que j'ai décrites précédemment; les deux cartes qui accompagnent ce travail montrent qu'ils recouvrent presque constamment les assises siluriennes et dévoniennes. Les dépôts triasiques d'Alarba et de Fombuena, situés au centre même de la Chaîne Ibérique, indiquent nettement la grande extension de la mer du Trias; il existe en outre un certain nombre d'îlots triasiques : celui de Blesa et de Muniesa sur la bordure du bassin tertiaire de l'Ebre (Pl. I), ceux de Singra et de Caudet dans la vallée tertiaire de l'Idubeda (Pl. II). Enfin un assez grand nombre de rivières, qui descendent des Montes Universales et vont se jeter dans le Guadalaviar et le Cabriel, ont leur cours supérieur creusé dans les marnes irisées du Trias; mais, en l'absence d'une bonne carte topographique, j'ai dû ne pas figurer la plupart de ces derniers affleurements qui d'ailleurs sont assez peu étendus ; j'ai indiqué

seulement ceux de Royuela, de El Cuervo, de Villel et du Rio Camarena qui sont de beaucoup les plus importants.

La lecture des cartes (Pl. I et II) montre nettement l'importance des sédiments triasiques, que j'étudierai successivement dans la Chaîne Ibérique et dans la Chaîne Hespérique.

I. — CHAINE IBÉRIQUE

Bande de Murero. — Le Silurien de la bande de Murero et d'Atea est limité à l'ouest par une zone étroite de sédiments triasiques, que l'on peut suivre depuis la Laguna de Gallocanta (province de Teruel) jusqu'aux environs de Deza (province de Soria). Les grès de la base du système triasique sont assez bien développés dans toute la partie septentrionale de cette bande ; ils atteignent 60 mètres de puissance près d'Alhama, le long du Rio Jalon, où, d'après

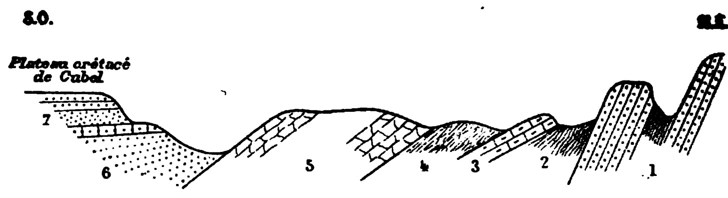


Fig. 18. — COUPE PRISE AU NORD DE CUBEL

1 — Quartzites et schistes du Silurien supérieur.
2 — Marnes vertes et rouges. } Trias.
3 — Grès calcarifère. } Trias.
4 — Marnes irisées avec gypse. } Trias.
5 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.
6 — Grès blancs à grain grossier avec lits d'arkoses. Gault.
7 — Grès et sables à *Ostrea flabellata*. Cénomanien.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{10.000}$

M. Palacios [51], on les voit buter par faille contre le Silurien fortement plissé et redressé ; en se dirigeant vers le sud, des assises plus récentes recouvrent de plus en plus ces grès inférieurs, qui disparaissent complètement à partir de Pardos et d'Abanto. La coupe ci-dessus (fig. 18), prise un peu au nord de Cubel, nous montre la constitution du Trias dans toute la région méridionale.

Sur les quartzites siluriens, dont l'inclinaison vers l'ouest dépasse

souvent 60°, reposent des marnes vertes et rouges, non fossilifères, formant une vallée de 50 mètres à peine et recouvrant les grès inférieurs non visibles. Au-dessus on observe 20 à 25 mètres de calcaire gréseux, parfois plissé, dont l'inclinaison générale est de 20° environ. Ces calcaires, avec intercalation de quelques bancs de grès, ne sont pas fossilifères à Cubel; mais plus au nord, à Monterde, ils ont fourni à M. Martin Donayre une faune assez riche, que j'ai citée plus haut et qui est bien celle du Muschelkalk de l'Europe occidentale. Ils sont surmontés par des bancs de gypse assez épais, séparés par des lits de marnes irisées et exploités aux environs de Cubel; ces assises supportent un calcaire dur, caverneux, souvent dolomitique, dont la puissance peut atteindre 100 mètres et dont l'inclinaison vers l'ouest varie de 25° à 40°; ce calcaire dolomitique est d'ailleurs surmonté en discordance très nette par les grès blancs, à gros grains de quartz, de la partie supérieure du Gault.

Dans presque toutes les coupes qui intéressent le Trias, nous trouverons les mêmes bancs de calcaire dolomitique, non fossilifère, que les géologues espagnols considèrent comme le « représentant du calcaire de Dachstein »; comme je l'ai déjà dit précédemment, je rapporterai ces calcaires, en totalité ou en grande partie du moins, à la série liasique et je placerai la limite supérieure du Trias à la base même de ces assises, ou quelque part dans leur partie inférieure, sans pouvoir préciser davantage à cause de l'absence totale de fossiles.

Les mêmes assises se continuent plus au sud, bordant constamment l'axe ancien ; mais aux environs de Used et de Santed, elles sont recouvertes par de nombreux débris de quartzites siluriens. La Laguna de Gallocanta est établie sur les marnes du Trias supérieur,qui la bordent nettement au nord et à l'est; à l'ouest, on peut observer un beau développement de calcaire dolomitique supérieur et au sud les débris de quartzites redeviennent très abondants, couvrant complètement le Trias qui n'apparaît plus qu'en lambeaux isolés, à Tornos et dans de petits ravins près du village de Torralba.

A l'est de la bande que je viens de décrire, à l'intérieur même de l'axe paléozoïque, se trouvent un certain nombre de petits affleurements triasiques respectés par l'érosion et montrant que la mer du Trias a recouvert complètement la chaîne ancienne. Le plus important de ces lambeaux se trouve entre Alarba et Castejon de Alarba et sa constitution est la même que celle du Trias des environs de Cubel.

Bande de Badules. — Nous trouvons des exemples identiques de transgression de la mer triasique en étudiant la bande orientale de la Chaîne Ibérique, aux environs de Fombuena. Ce village est bâti sur un îlot triasique, dont les couches horizontales reposent sur les schistes cambriens redressés et plissés, comme le montre la coupe suivante :

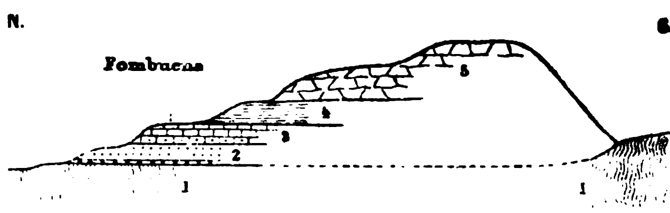


Fig. 19. — COUPE DES ENVIRONS DE FOMBUENA

1 — Schistes ardoisiers du Potsdamien.
2 — Conglomérat et grès rouge du Trias inférieur. 15 m.
3 — Calcaire de Fombuena. . . . . 12 m. } Trias.
4 — Marnes irisées gypsifères. . . . . 15 m.
5 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur. 50 m.

Echelle des longueurs $\frac{1}{30.000}$; des hauteurs $\frac{1}{6000}$

Le Trias débute par un conglomérat à ciment ferrugineux, dont l'épaisseur atteint à peine 40^{cm}, qui passe à un grès rouge, assez riche en mica et puissant de 15 mètres. Au-dessus se trouvent des calcaires magnésiens, avec petits lits marneux renfermant des empreintes indéterminables ; ces calcaires ont de 10 à 12 mètres de puissance et c'est sur eux qu'est bâti le village de Fombuena ; ils supportent 15 mètres de marnes irisées très riches en gypse, exploité en plusieurs endroits près du village même. Le sommet de la colline est formé par le calcaire dolomitique supérieur, très légèrement incliné vers l'est et dont l'épaisseur atteint 50 à 60 mètres.

Plus à l'est, la bande ancienne est bordée par une zone triasique très étroite, assez bien développée à Aladren, mais souvent recouverte par des débris de quartzites ou par les poudingues tertiaires.

Ce Trias offre toujours les caractères indiqués précédemment ; aux environs de Herrera, comme le montre la fig. 2 (page 27), on voit affleurer seulement les marnes gypsifères supérieures, recouvertes par le calcaire dolomitique infraliasique et par le Miocène.

Sierra de Cucalon. — Mais un peu plus au sud, à partir de Monforte, les dépôts triasiques acquièrent un beau développement et se suivent sans interruption, de chaque côté de l'axe ancien, jusqu'aux environs de Montalban et de Castel de Cabra ; leur extension a été représentée, aussi exactement que possible, sur la carte Pl. I.

Dans toute cette région, le Trias présente les caractères généraux que j'ai indiqués précédemment, mais la puissance totale et l'importance relative des grès, des calcaires et des marnes sont assez variables et peuvent même présenter des différences notables dans des localités très voisines.

Le chapitre précédent, consacré au Dévonien, renferme plusieurs coupes qui intéressent, en même temps que l'axe ancien, le Trias qui le recouvre partout en discordance.

La coupe prise à 1 kilomètre au nord de Rudilla (fig. 15, page 63) nous montre la disposition générale des assises triasiques dans toute la région. Sur les schistes et quartzites dévoniens fortement redressés, reposent de chaque côté un conglomérat et des grès à ciment souvent ferrugineux, dont la puissance visible varie de 20 à 40 mètres. Sur ces grès se sont déposés des calcaires compacts, bien lités, sur lesquels sont bâtis les villages de Rudilla, au S. O. de la coupe, et de Monforte au N. E. ; à Rudilla ils acquièrent une puissance de 40 à 50 mètres et renferment des traces d'organismes spécifiquement indéterminables, qui peuvent se rapporter aux genres *Avicula* et *Anoplophora* ; les calcaires paraissent plus réduits à Monforte (30 à 35 mètres) et y renferment d'assez nombreux exemplaires, mieux conservés, des mêmes genres. Sur ces calcaires reposent, de part et d'autre, des marnes irisées gypsifères, recouvertes au N. E. par les bancs épais de calcaire dolomitique de l'Infralias et au S. O. par les sables ferrugineux et micacés du Crétacé inférieur.

Vers le nord, la bande triasique de Rudilla se prolonge jusqu'au-delà de Cucalon ; mais il semble que la transgression des sables du Gault, qui apparaît nettement à l'ouest de la coupe que je viens de décrire, devienne de moins en moins accusée, et à El Colladico les marnes irisées, très développées (50 mètres), sont recouvertes par les calcaires dolomitiques de l'Infralias ; ces calcaires, surmontés par le Gault, sont bien visibles entre Badenas et Lagueruela et forment la base du Morron de Badenas.

Vers le sud, la même bande peut se suivre depuis Rudilla jusqu'à Montalban. Elle est très réduite à 3 kilomètres au sud de Segura, comme le montre la partie S. O. de la coupe 16, page 64 ; mais en se

rapprochant d'Armillas, la puissance des assises triasiques augmente rapidement et atteint jusqu'à 200 mètres. Ce dernier village est construit sur les grès rouges et blancs, souvent micacés, dont l'épaisseur dépasse 50 mètres ; les calcaires du Muschelkalk forment une colline assez accusée à l'ouest du village et sont surmontés par des marnes irisées, riches en gypse souvent exploité et puissantes de plus de 80 mètres.

Nous retrouvons la même succession un peu au nord de Montalban, comme le montre la coupe suivante (fig. 20), prise à 2 kilomètres de la ville et perpendiculaire à la rambla qui conduit à Armillas et à La Hoz.

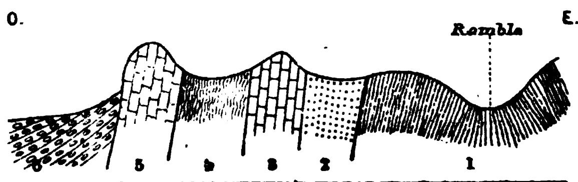


Fig. 20. — COUPE PRISE A 2 KIL. AU NORD DE MONTALBAN

1 — Schistes dévoniens de Montalban.
2 — Grès rouge . . . . 15 m. } Trias.
3 — Calcaire compact non fossilifère 15 m. } Trias.
4 — Marnes irisées gypsifères . . . . 25 m. } Trias.
5 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.
6 — Poudingue tertiaire.

Echelle des longueurs $\frac{1}{2.000}$

Au-dessus du Trias, avec ses trois termes habituels, on observe les calcaires dolomitiques de l'Infralias, surmontés directement par les poudingues tertiaires.

A partir de là, la bande triasique prend la direction O.-E. pour contourner au sud l'axe ancien ; en même temps, elle se réduit considérablement et n'est plus guère représentée que par les marnes irisées gypsifères, dont le gypse est exploité activement près de l'église de Montalban.

La coupe de Montalban à Peñaroyas (fig. 17, p. 65) montre les marnes irisées du Val Alobras très réduites, fortement plissées et formant une petite vallée dominée par le calcaire infraliasique de Santa Barbara ; plus à l'est, cette vallée se resserre de plus en plus et disparaît même complètement ; l'existence du Trias est indiquée

de temps à autre par des affleurements de gypse peu visibles, qui contournent le Dévonien et viennent se relier au Trias supérieur de la bande de La Hoz et de Maicas, dont je vais dire maintenant quelques mots.

Les coupes de Montalban à Peñaroyas (fig. 17, p. 65) et de Rudilla à Monforte (fig. 15, p. 63), prises aux deux extrémités de l'axe dévonien, nous montrent que la bande triasique orientale est encore formée des trois termes habituels : conglomérat et grès souvent ferrugineux, calcaire quelquefois dolomitique et rarement fossilifère, marnes irisées avec gypse. C'est sur cette bande triasique qu'est bâti le village de La Hoz de la Vieja, devenu classique pour l'étude du Trias espagnol depuis les beaux travaux de E. de Verneuil, confirmés par les études plus récentes de Vilanova et de M. de Cortázar. La coupe suivante montre la disposition et la puissance relative des différents termes du Trias au village de La Hoz.

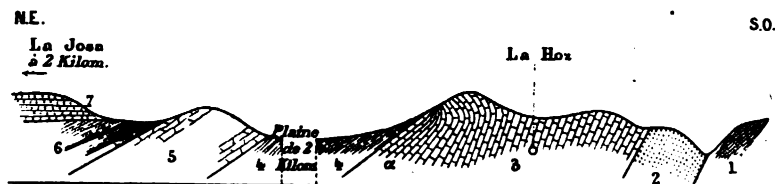


Fig. 21. — Coupe de La Josa a la Hoz de la Vieja[1]

1 — Schistes et quartzites dévoniens.
2 — Grès rouge du Trias inférieur.
3 — Calcaire du Muschelkalk (α, couches fossilifères).
4 — Marnes irisées gypsifères.
5 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.
6 — Calcaire marneux et marnes fortement plissées du Lias moyen et supérieur.
7 — Grès du Crétacé inférieur.

Echelle des longueurs $\frac{1}{2.000}$

Sur les schistes dévoniens reposent 25 mètres de grès ferrugineux, un peu micacés, bien visibles à l'ouest du village et fortement inclinés vers le N. E. ; ils supportent une masse calcaire, dont la puissance est de 100 mètres environ et qui présente plusieurs subdivisions pétrographiques : à la base, les calcaires sont compacts et non fossilifères ; ils passent insensiblement à des calcaires un peu marneux dont la partie supérieure forme un petit plateau sur lequel ont

été établies les aires du village de La Hoz. Au-dessus, on observe un calcaire plus dur, dont les assises, très régulières, sont fortement plissées et forment à l'est du village une véritable crête ; enfin la série se termine par des calcaires en bancs minces dont l'inclinaison vers le N. E. varie de 80° à 45° ; ces dernières assises renferment d'assez nombreuses traces d'organismes, le plus souvent indéterminables spécifiquement, appartenant aux genres *Lucina*, *Avicula*, *Anoplophora*, *Turbonilla*. De Verneuil y a recueilli quelques exemplaires de *Myophoria lævigata*, *Mytilus eduliformis*, *Lima* sp., et M. de Cortázar y signale la présence de *Myophoria Goldfussi* et de plusieurs autres espèces que j'ai citées plus haut. Ces calcaires renferment donc la faune du Muschelkalk de l'Europe occidentale ; ils sont surmontés par des marnes irisées occupant à l'est du village le fond d'une vallée large de 2 kilomètres et supportant directement les calcaires compacts que nous rencontrons toujours à ce niveau.

La bande de La Hoz se poursuit toujours identique jusqu'au nord de Monforte. Un peu plus à l'est, aux environs de Blesa et de Muniesa, se trouve un petit anticlinal triasique, dont la direction générale est N.O.-S.E. La coupe suivante, relevée à 2 kilomètres de Blesa, est perpendiculaire à l'axe de cet affleurement.

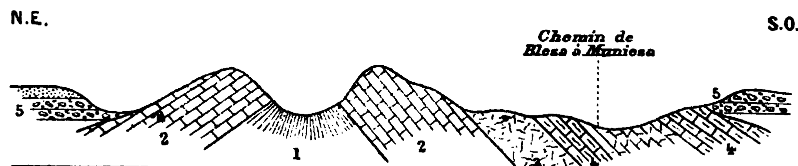


Fig. 22. — Coupe perpendiculaire au chemin de Blesa a Muniesa

1 — Marnes irisées gypsifères.
2 — Calcaire dolomitique, 20 m.
3 — Gypse compact, 12 m.
4 — Calcaire dolomitique en partie caché dans la vallée.
5 — Poudingue tertiaire à éléments à peine roulés.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{2000}$

Au centre de l'anticlinal on observe des marnes irisées gypsifères, affleurant dans une petite vallée qui disparaît tout près du chemin de Muniesa ; elles sont recouvertes par un calcaire quelquefois dolomitique, de 18 à 20 mètres de puissance, qui, vers le sud-ouest,

supporte 12 mètres de gypse saccharoïde, beaucoup plus compact que celui qui accompagne ordinairement les marnes irisées. Ce gypse, exploité activement près de Blesa, est surmonté par de nouveaux bancs de calcaire dolomitique, bien visibles dans la coupe même et surtout au sud du chemin qui conduit de Loscos à Blesa; ces derniers calcaires, non fossilifères, mais recouverts directement en certains points par les marnes du Charmouthien et du Toarcien, sont vraisemblablement jurassiques; mais je rapporterai au Trias les calcaires inférieurs, qui leur sont presque identiques au point de vue pétrographique et qui sont compris entre deux assises gypsifères. Les conditions de sédimentation devaient être assez instables pendant la période triasique; le régime lagunaire a pu s'établir plusieurs fois à la fin de cette période et donner près de Blesa des marnes irisées gypsifères et du gypse avec intercalation de dépôts marins assez puissants. Le même fait s'est produit à Cubel, comme on peut le voir sur la coupe 18, page 74; il est très net à Royuela, comme je l'indiquerai plus loin; d'ailleurs des exemples analogues de répétition de faciès lagunaire à toutes les époques du Trias ont été très fréquemment signalés dans l'Europe occidentale.

J'ai déjà dit précédemment que la Chaîne Ibérique ne se terminait pas à Montalban, mais qu'elle s'incurvait vers Alcañiz pour limiter au sud le bassin tertiaire de l'Èbre; dans toute cette partie orientale, les terrains anciens n'affleurent plus et l'axe de la chaîne est formé par les assises secondaires, souvent cachées d'ailleurs par les poudingues tertiaires. Toutefois, près de Calanda, nous retrouvons très nettement l'axe du prolongement de la Chaîne Ibérique. A 2 kil. au S. S. O. de Calanda, près du Rio Guadalopillo, j'ai observé un anticlinal très net, sensiblement parallèle à celui de Blesa et dont la direction est E.S.E.-O.N.O. L'axe de cet anticlinal est formé par des marnes irisées gypsifères assez fortement plissées; elles supportent de part et d'autre les calcaires dolomitiques caverneux du Jurassique inférieur, présentant en cet endroit une puissance de 50 à 60 mètres. Le flanc sud de l'anticlinal est formé par la série complète des différents termes du Jurassique, que j'étudierai plus loin : le flanc nord, au contraire, a dû s'effondrer au moment de la formation du bassin tertiaire de l'Èbre; les poudingues de ce bassin recouvrent tout le Jurassique, qui n'est plus représenté que par les calcaires dolomitiques de l'Infralias et quelquefois, mais rarement, par les calcaires marneux du Charmouthien et du Toarcien.

II. — CHAINE HESPÉRIQUE

Sierra Menera. — Les quartzites primaires de la Sierra Menera et du San Gines sont bordés de toutes parts par une ceinture triasique dont j'ai figuré l'extension sur la carte Pl. II; cette bordure s'étend au N. O. dans la province de Guadalajara, où elle atteint un très beau développement. Dans toute la région que j'ai parcourue, le Trias ne m'a fourni aucun fossile : mais la position stratigraphique de ses différentes assises et leurs relations avec les horizons fossilifères des environs de Molina (Guadalajara) ne laissent aucun doute sur leur âge relatif; l'absence de fossiles doit être attribuée à la disparition presque complète des calcaires du Muschelkalk.

Les grès inférieurs sont bien développés à Rodenas [1] et forment une large bande à l'est de la Sierra, de Peracense jusqu'au-delà de Pozuel ; toutefois, entre Peracense et Almohaja, les dépôts triasiques, resserrés entre les quartzites siluriens du San Gines et les calcaires dolomitiques de l'Infralias, affleurent de moins en moins et disparaissent même pendant plusieurs centaines de mètres; mais le contact anormal cesse bientôt, et la coupe du San Gines (fig. 12, page 51) nous montre que le village même d'Almohaja est bâti en partie sur le Trias souvent caché par les calcaires du Jurassique inférieur.

Dans la province de Guadalajara, les grès de la base du Trias débutent par un poudingue à ciment ferrugineux et renferment, à leur partie supérieure, des traces d'*Equisetum* et des *Albertia elliptica* [2].

Sur ces grès reposent en concordance des calcaires souvent magnésiens, bien développés dans les districts de Medinaceli et de Molina, mais qui disparaissent vers le sud-est; ces calcaires sont peu fossilifères, toutefois de Verneuil y a signalé la présence du *Nautilus bidorsatus* à Hombrados et de *Myophoria curvirostris* à Anguita.

1. Le village de Rodenas tire son nom du grand développement des grès rouges. Le nom de *Rodeno* est donné par les Espagnols à une espèce de pin qui ne croît que sur les terrains siliceux ; à cause de cette association constante, les habitants de la Sierra désignent sous le même nom de Rodeno le *pin* et les *grès rouges* sur lesquels il vit.

2. Carlos Castel. — Loc. cit.

Enfin le Trias se termine par des marnes irisées gypsifères, qui reposent sur les grès dans toutes les localités où manque le calcaire du Muschelkalk, dont l'absence n'indique d'ailleurs aucune émersion locale. Ces marnes sont particulièrement bien développées dans la vallée qui borde à l'est la Sierra Menera ; au sud-sud-est d'Almohaja elles sont très riches en gypse, et au nord de Villar del Salz elles sont salifères; les eaux qui les traversent sont recueillies à Las Salinas de Ojos Negros et donnent lieu à une exploitation aujourd'hui peu importante, mais autrefois assez active.

Sierra de Albarracin. — Les dépôts siluriens de la Sierra del Tremedal et de la Sierra Alta sont entourés par une zone triasique assez étroite (Pl. II). Dans toute cette région, la constitution du Trias est uniforme et identique à celle que nous avons rencontrée jusqu'ici, mais les calcaires du Muschelkalk font presque toujours défaut. Les coupes de Monterde à Tramacastilla (fig. 10, page 48) et de Griegos à Orihuela (fig. 11, page 49), qui intéressent tout le massif ancien, nous montrent l'allure et la disposition des assises triasiques, qui sont toujours surmontées par les calcaires dolomitiques de la base du Jurassique inférieur. Le Trias est particulièrement développé aux environs de Torrès et de Tramacastilla et on peut facilement l'étudier en suivant la route d'Albarracin à Orihuela. Près de Noguera, les poudingues et lès grès de la base atteignent 25 mètres de puissance et les marnes irisées affleurent au fond d'une vallée de plus de 100 mètres de largeur que l'on suit jusqu'à Orea et Checa (Guadalajara).

J'ai indiqué precédemment, en étudiant la bordure triasique de la Sierra Menera, que les calcaires du Muschelkalk y faisaient défaut dans toute la partie sud-est; il en est de même dans la Sierra del Tremedal: je n'ai rencontré aucune trace de dépôts calcaires à l'est du méridien d'Orihuela; plus à l'ouest, ils paraissent assez bien developpés et atteignent déjà 12 à 15 mètres de puissance le long du sentier qui conduit de Griegos à Orihuela. Il semble qu'à l'époque du Trias moyen, il ait existé un léger bombement sur l'emplacement actuel de la Sierra Menera et de la Sierra del Tremedal ; à l'ouest de ce bombement, aux environs de Molina de Aragon, les calcaires du Muschelkalk sont bien développés ; ils le sont aussi vers l'est, aux environs d'Albarracin, comme je l'indiquerai plus loin ; pendant le depôt de ces calcaires, le régime lagunaire s'etait déjà établi sur le bombement, et il nous est indiqué aujourd'hui par

un grand développement de marnes riches en gypse et quelquefois en sel.

Le vaste plateau jurassique dont Albarracin est le centre est traversé par un grand nombre de rivières dont les lits sont souvent creusés dans les marnes triasiques; mais ces vallées étant fortement encaissées, les affleurements triasiques sont fort étroits et il serait difficile de les figurer sur une carte au $\frac{1}{500.000}$. Toutefois, aux environs de Calomarde et de Royuela, le Trias occupe une superficie relativement considérable; mais les poudingues et les grès qui en forment la base n'affleurent jamais, et les calcaires et les marnes irisées sont seuls visibles.

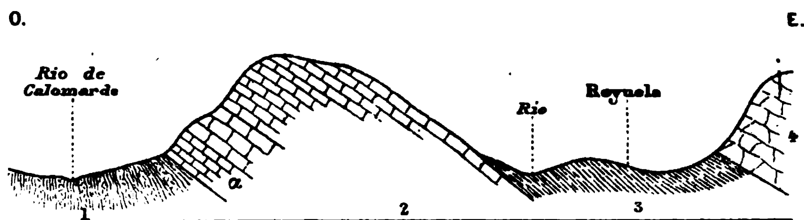


Fig. 23. — Coupe du Trias de Royuela

1 et 3 — Marnes irisées très riches en gypse.
2 — Calcaire du Muschelkalk (α, bancs fossilifères). 60 mètres.
4 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{2500}$

La coupe ci-dessus, prise près de Royuela, nous montre que le régime lagunaire s'est établi à deux reprises différentes dans toute la région. Dans la vallée du rio Calomarde affleurent des bancs de gypse assez épais, séparés par de petits lits de marnes et surmontés par des calcaires dont la puissance dépasse 60 mètres; à leur base, ces calcaires sont compacts (10 mètres) et renferment quelques bancs fossilifères dans lesquels j'ai recueilli :

Myophoria vestita Alberti
Myophoria sp.
Monotis Albertii Goldfuss
Anoplophora sp.
Fucoïdes nombreux.

C'est dans ces mêmes assises que de Verneuil a trouvé, en 1852,

Avicula socialis, Monotis Albertii, Rissoa dubia; les mêmes calcaires ont fourni à M. de Cortázar, en 1885, *Turbonilla dubia, Arcomya inæquivalvis, Avicula Bronni, Pecten Albertii, Clidophorus Goldfussi.*

L'âge de ces calcaires est donc nettement fixé. Au-dessus, j'ai observé des calcaires blancs moins compacts (15 mètres), surmontés par d'autres assises également non fossilifères, très dures, un peu ferrugineuses, qui forment une colline assez élevée à l'ouest du village. La série triasique se termine par la réapparition des marnes irisées, qui sont bien visibles dans la vallée du Rio de Royuela et sont surmontées par les calcaires dolomitiques du Jurassique inférieur.

Le Trias est beaucoup plus développé un peu à l'est et forme une ceinture continue autour des schistes et des quartzites siluriens qui constituent l'extrémité de la Chaîne Hespérique. La coupe suivante, prise au village même de Bezas, est une des plus complètes que j'aie pu relever dans la région.

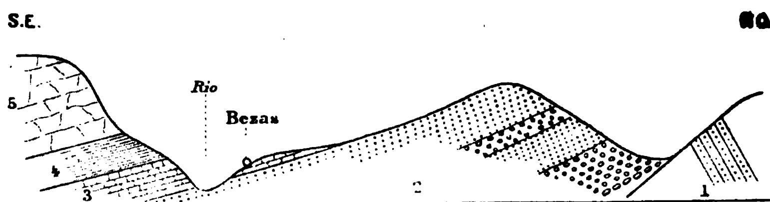


Fig. 24. — COUPE DU TRIAS DE BEZAS

1 — Quartzites siluriens.
2 — Conglomérat et grès rouge triasique. . 80 m.
3 — Calcaire du Muschelkalk à *Monotis* . . 15 m.
4 — Marnes irisées avec gypse. . . . . . . 15 m.
5 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur

Echelle approximative des longueurs $\frac{1}{20.000}$; des hauteurs $\frac{1}{3.000}$

Sur les quartzites siluriens fortement redressés reposent en discordance des conglomérats et des grès rouges, dont la puissance totale atteint 80 mètres au nord-ouest de Bezas et dépasse 100 mètres à la Losilla (chemin de Bezas à Albarracin) et à la Masada de Ligros (chemin de Rubiales à Jabaloyas). Les conglomérats sont surtout abondants à la base du système ; mais à l'ouest de Bezas on en observe de nombreux bancs intercalés au milieu et même à la partie supérieure des grès rouges, et indiquant l'existence de cou-

rants ou de mouvements locaux assez intenses. Au-dessus reposent des calcaires, puissants de 15 mètres environ ; à la base, ces calcaires sont souvent gréseux et alternent quelquefois avec des bancs de marnes ; à la partie supérieure, ils sont compacts, se présentent en bancs réguliers de 2 à 5 cm. d'épaisseur et renferment de nombreux *Fucoïdes* et des *Monotis* spécifiquement indéterminables. La présence de ces calcaires est assez constante dans le nord de la bande triasique et il est en particulier facile de les étudier à la Losilla ; mais ici encore le régime lagunaire s'est souvent établi aussitôt après le dépôt des grès ; à 1 kilomètre à l'ouest de Bezas, tout près de la coupe précédente, sur le chemin de Saldon, on voit quelques bancs de marnes irisées venir s'intercaler entre les grès et les calcaires déjà réduits en épaisseur, et plus au sud les calcaires disparaissent complètement.

Le Trias se termine par des marnes irisées avec gypse, particulièrement bien développées à Gea, et bien visibles le long de la route de Teruel à Albarracin, à 2 kilomètres de cette dernière ville. Les marnes irisées sont toujours surmontées par les mêmes calcaires dolomitiques.

Les diverses rivières qui descendent du Silurien de la Peña Redonda, pour se jeter dans le Guadalaviar entre Villel et Ademuz, ont une grande partie de leur lit creusé dans les marnes irisées du Trias; celles-ci sont particulièrement développées le long du Rio Ebrón et peuvent se suivre depuis les environs de Tormón jusqu'à El Cuervo et Castelfabib, recouvertes le plus souvent par les calcaires de l'Infralias et en certains points, tout à fait au sud, par les poudingues tertiaires de la vallée du Guadalaviar.

Les marnes irisées se retrouvent également, mais peu développées, sur la rive droite du Guadalaviar, entre Villel et Libros. La coupe suivante, prise à la Masada de Las Vignuelas, nous montre la disposition générale des assises entre ces deux villages. Le fleuve est constamment bordé à l'est par des sédiments tertiaires que je décrirai plus loin. A l'ouest, on observe des marnes irisées bien développées le long de la nouvelle route de Teruel à Cuenca : elles sont recouvertes le plus souvent par les calcaires dolomitiques, mais on trouve, de place en place, quelques petits îlots de poudingue tertiaire reposant horizontalement sur ces marnes irisées. Une grande faille, suivie à très peu de distance par le cours actuel du fleuve, et particulièrement nette à l'est de Libros, sépare les sédiments triasiques et jurassiques des poudingues tertiaires. La coupe de Las Vignuelas intéresse un dyke de porphyrite feldspathique, qui

mesure 150 mètres de longueur et traverse les marnes irisées à 4 kilomètres au sud de Villel.

Sierra Javalambre. — Sur la rive gauche du Guadalaviar, les hautes vallées du Rio Abentosa, du Rio de Arcos, du Rio Camarena, et celles de tous leurs affluents sont également creusées dans le Trias supérieur; ces diverses vallées, très étroites, sont fortement encaissées et découpent un plateau le plus souvent formé par les calcaires dolomitiques du Jurassique inférieur. Les marnes irisées sont bien développées sur le chemin de Sarrion à Manzanera, à la sortie de chacun de ces deux villages, ou encore le long du sentier qui conduit de Manzanera à Torrijas et à Arcos de Salinas. Le village de Torrijas est bâti sur les calcaires du Muschelkalk, apparaissant par suite d'une faille de peu d'amplitude. Dans toute cette région les marnes irisées, très gypsifères, et quelquefois riches en sel comme à Arcos de Salinas, sont traversées par de nombreux dykes de porphyrites feldspathiques et de diabases ophitiques, que M. de Cortázar a figurés très exactement sur sa carte de la province de Teruel

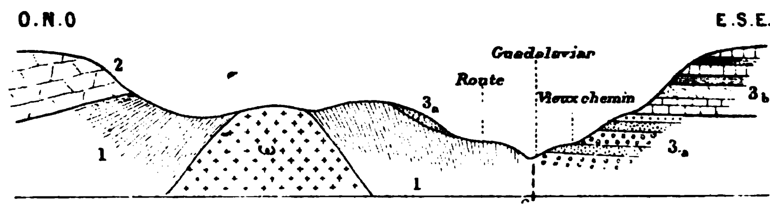


Fig. 25. — Coupe de Las Vignuelas (4 kil. au sud de Villel)

1 — Marnes irisées triasiques.
2 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.
3a — Conglomérat et sables tertiaires.
3b — Calcaires, marnes et gypse miocènes.
ω — Porphyrite feldspathique.
f — Faille.

Échelle approximative des longueurs $\frac{1}{12.500}$

Les dykes de diabases ophitiques et de porphyrites sont particulièrement abondants dans la vallée du Rio de Camarena, aux environs de ce village et de Valacloche; la coupe suivante (fig. 26), prise perpendiculairement à la vallée de Camarena, nous montre deux dykes de diabase ophitique traversant les marnes irisées, qui occu-

pent constamment le fond de la vallée, sauf aux environs de El Mas de Navarrete où apparaissent les calcaires du Muschelkalk.

La haute Sierra de Javalambre, dont les sommets les plus élevés sont formés par les calcaires du Jurassique moyen et supérieur, domine toutes ces vallées triasiques, dont l'altitude dépasse souvent 1100 mètres.

Sierra de San Jaime. — Un peu plus au nord, au milieu des sédiments jurassiques de la Sierra de San Jaime, j'ai observé un anticlinal triasique dont la direction N.N.O.-S.S.E. est celle de la Sierra Menera et de toute l'extrémité de la Chaîne Hespérique. Sur le chemin de Corbalan à Cedrillas, à 5 kil. de ce village, un peu avant d'arriver à la Casa Albergue, on trouve des grès blancs et rouges, souvent micacés, relevés presque à la verticale et surmontés par des marnes schisteuses; cet ensemble est recouvert régulièrement, à l'est et à l'ouest, par une série complète d'assises de l'Infralias et du Lias fossilifère.

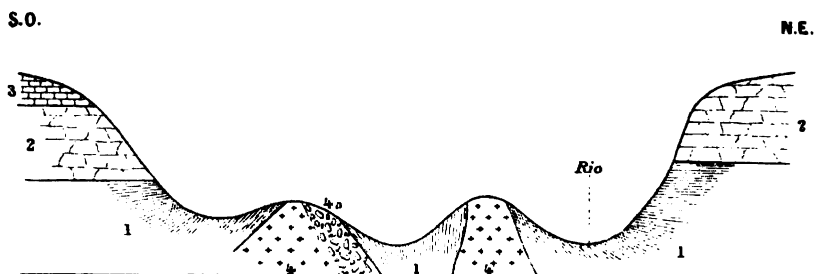


Fig. 26. — Coupe de la vallée de Camarena

1 — Marnes irisées du Trias supérieur.
2 — Calcaire dolomitique du Jurassique inférieur.
3 — Calcaire ferrugineux du Charmouthien.
4 — Porphyrite et diabase ophitique.
4a — Brèche de friction.

Vallée du Jiloca. — Les derniers îlots triasiques que j'ai rencontrés jalonnent la haute vallée tertiaire du Jiloca. Cette vallée, depuis Monreal del Campo jusqu'à Caudet, est établie sur l'emplacement d'un ancien dôme triasique, aligné nord-sud et dont le point culminant se trouvait à la latitude de Singra. Les poudingues tertiaires recouvrent aujourd'hui ce dôme en grande partie; mais j'ai pu observer très nettement les dépôts triasiques à Caudet et surtout

à Singra et M. de Cortázar les a signalés un peu plus au nord, à Villafranca del Campo. A Singra, une coupe orientée est-ouest, perpendiculairement au grand axe du dôme et à la vallée actuelle, nous montre la disposition suivante : Le centre de l'anticlinal est occupé par des grès micacés, qui forment une petite colline à l'est du village : sur le flanc ouest nous trouvons successivement : 1° un calcaire dur, rougeâtre, dont la puissance est de 25 mètres et l'inclinaison de 60° environ ; 2° des marnes rouges et blanches supportant une petite lagune près de Singra et bien visibles sur la route de Teruel, à 2 kilomètres au sud du village, près d'une maison de Peones camineros ; 3° les calcaires de l'Infralias, sur lequel est bâti Singra et qui acquièrent un beau développement à l'ouest de la route. Le flanc est de l'anticlinal est moins facile à observer, à cause des dépôts tertiaires qui s'étendent sur une largeur de 2 kilomètres ; ils recouvrent en partie les grès, les calcaires et les marnes du Trias, dont l'existence est démontrée par quelques lambeaux isolés, situés plus au nord et supportant les calcaires jurassiques de la Sierra Palomera.

A Villafranca del Campo, M. de Cortázar a signalé des marnes irisées bien développées, riches en gypse et même en sel ; ces marnes se trouvent à l'extrémité nord de ce dôme triasique, dont j'ai pu étudier la terminaison méridionale à 200 mètres à l'ouest de Caudet. Tout près de la route se trouvent des grès rougeâtres, quelquefois micacés, identiques à ceux de Singra et inclinés de 25° vers le sud ; ces grès, exploités pour les trottoirs de la ville de Teruel, sont bien visibles dans deux petites carrières situées près du village.

Comparaison du Trias du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines

Les descriptions qui précèdent montrent que le Trias du Plateau de Teruel présente les plus grandes analogies avec celui de l'Europe occidentale. J'y ai signalé les trois grandes divisions classiques : des assises gréseuses à la base, des couches calcaires franchement marines à la partie moyenne, et des marnes irisées à la partie supérieure. Les grès et les marnes existent dans presque tous les points où affleure le Trias, mais la présence des calcaires est moins constante et, dans beaucoup de localités, au régime gréseux a suc-

cédé immédiatement le régime lagunaire ; ce dernier, d'ailleurs, a pu s'établir plusieurs fois pendant toute la durée de l'époque triasique.

Les diverses monographies publiées par les ingénieurs espagnols, ainsi que les travaux des géologues français montrent que le Trias se retrouve avec des caractères identiques dans toute la Meseta. Le Trias à faciès alpin ne s'observe que sur la côte orientale de la péninsule, dans la province de Tarragone, où il a été signalé pour la première fois par de Verneuil à Mora de Ebro et étudié depuis, avec beaucoup de soin, par M. Mallada [1] ; tout récemment M. Bofill y Poch [2] a signalé les mêmes assises un peu plus au nord, dans le Valles haut et moyen (province de Barcelone). Ce même faciès semble se retrouver dans la Chaîne Bétique, et notamment au sud de la Sierra Nevada [3].

Le raccordement des deux faciès du Trias n'a pas encore été décrit en Andalousie ; dans la région que j'ai étudiée, les affleurements des dépôts à faciès continental sont nettement séparés de ceux du Trias à faciès alpin par des calcaires jurassiques et le plus souvent par des poudingues tertiaires : de Calanda (province de Teruel) à Benifallet (province de Tarragone) la distance est à peine de 70 kilomètres, mais dans tout cet intervalle le Trias est aujourd'hui constamment recouvert par le Miocène lacustre du Bassin de l'Ebre et je ne connais aucune localité où se trouvent réunis les deux faciès.

Il est toutefois certain qu'à l'époque triasique aucun continent ne séparait les mers du Trias à faciès occidental et du Trias à faciès alpin, c'est-à-dire l'Aragon de la Catalogne. C'était la même mer triasique qui couvrait ces deux régions limitrophes ; mais les conditions de sédimentation n'étaient pas les mêmes sur l'emplacement actuel des Baléares et de la Catalogne, et dans les royaumes de Valence et d'Aragon.

1. Mallada. — Reconocimiento geographico y geológico de la provincia de Tarragona. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. XVI, p. 58, 1889.

2. Bofill y Poch. — Sobre el mapa topographico-geológico del medio y alto Valles. Descubrimientos paleontologicos del Trias del dicha region, 6 p., 1 pl. — *Bol. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, t. I.

3. Bertrand et Kilian. — Mission d'Andalousie. Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga, p. 406.

Roches éruptives

Un assez grand nombre de roches éruptives traversent les marnes irisées du Trias supérieur; elles sont surtout abondantes dans les vallées de Sarrion, du Rio Abentosa, du Rio Camarena et aux environs de Villel dans la vallée du Guadalaviar; la coupe précédente (fig. 26, p. 88) montre la disposition générale de ces roches et des vallées qu'elles jalonnent.

Entre Valacloche et Camarena, j'ai pu observer huit à neuf dykes traversant le Trias supérieur le long du chemin qui réunit les deux villages ; ces roches montrent tous les intermédiaires entre des *diabases ophitiques*, des *porphyrites augitiques* assez largement cristallisées avec microlithes de feldspath abondants et matière vitreuse relativement rare, et des *porphyrites très vitreuses* avec microlithes peu nombreux et de très petite taille.

Les mêmes roches se retrouvent un peu plus au sud, près du village de Camarena; à des *porphyrites* identiques aux précédentes sont associés des *diabases ouralitisés;* l'un des dykes est bordé d'une zone très nette de brèche de friction (fig. 26, page 88), et les marnes irisées, au contact, sont assez riches en chlorite et en phyllites.

Les mêmes porphyrites affleurent aux environs de Sarríon, à trois kilomètres au sud-est de ce village, et un peu à l'est de Manzanera, dans la vallée du Rio Abentosa.

La coupe (fig. 25, page 87), perpendiculaire à la vallée du Guadalaviar et passant par la Masada de Las Vignuelas, à quatre kilomètres au sud de Villel, intéresse un dyke éruptif, d'orientation N. O. - S. E., ayant deux cents mètres de longueur sur vingt-cinq à trente mètres de largeur; outre des *porphyrites feldspathiques* à microlithes plus ou moins développés, j'ai recueilli, dans cette localité, des échantillons d'un *diabase* très feldspathique, à structure ophitique, renfermant quelques cristaux de mica noir : tantôt ce mica noir est isolé, tantôt il forme une couronne autour d'un centre formé d'augite avec grains d'ilménite et, dans ce dernier cas, il paraît être le résultat d'une transformation de l'augite primordial.

V

JURASSIQUE INFÉRIEUR

Historique

Les premiers travaux sur le Jurassique du Sud de l'Aragon sont dus à Casiano de Prado, de Verneuil et Collomb [**61**] ; d'après ces savants géologues, le Jurassique inférieur est bien représenté dans toute la région d'Albarracin : si le Sinémurien manque toujours, le Lias moyen et le Lias supérieur sont partout développés et très fossilifères.

En 1863, de Verneuil et Lartet [**68**] décrivirent le Jurassique des environs de Montalban et firent connaître que la Chaîne Ibérique est bordée, du moins à l'est, par les assises du Lias moyen et du Lias supérieur, remarquablement riches en fossiles à Obon et à Josa.

La même année, D. Juan Vilanova [**72**] publia son *Essai de description géognostique de la province de Teruel ;* il indiqua l'extension du Jurassique dans la région et montra, par une longue liste de fossiles, que tous les étages du Jurassique inférieur y étaient réprésentés. L'existence du Sinémurien, en particulier, était basée sur la présence d'*Arietites Conybeari* et de *Caloceras raricostatum*, qui n'ont jamais été retrouvés depuis, ni à Josa ni à Albarracin. Il faut probablement n'accepter qu'avec beaucoup de réserves les déterminations de l'auteur espagnol, qui assure d'ailleurs avoir trouvé à Sarrion, *dans les mêmes assises,* les fossiles du Lias, du Jurassique moyen et de l'Oxfordien.

Les conclusions de Vilanova ne furent pas admises par M. de Cortázar [**27**] ; dans son *Esquisse géologique de la province de Teruel*, le savant ingénieur espagnol confirme pleinement les idées émises par de Verneuil et ses collaborateurs. Après avoir indiqué avec soin l'extension du Jurassique et en avoir donné une longue description stratigraphique, il montre que le Lias moyen et le Lias

supérieur sont très développés et très fossilifères, que le Sinémurien manque toujours, le Charmouthien reposant directement sur les calcaires dolomitiques du Trias supérieur.

En 1893, M. Pedro Palacios [51] signale la même succession dans la région méridionale de la province de Saragosse. Comme M. de Cortázar, il ne fait aucune division dans le groupe liasique qui serait incomplet dans cette région, où l'Infralias et le Sinémurien ne seraient jamais représentés.

La meilleure description locale qui ait été publiée sur le Jurassique est due à Leandro Calvo [18]; dans son travail, l'auteur donne une coupe très détaillée, et très exacte au point de vue stratigraphique, des environs d'Albarracin; il montre en particulier qu'au-dessous des marnes très fossilifères, rapportées par ses prédécesseurs au Lias moyen, il existe d'une façon générale, de la base au sommet : 1° des calcaires durs, souvent dolomitiques, renfermant à la base des *Ostrea*, *Lima*, *Rhynchonella;* 2° des marnes et des calcaires à *Arca liasina* et *Pholadomya Idea;* 3° des calcaires à *Belemnites*, *Pecten priscus*, *Ostrea irregularis*. Tout cet ensemble repose, soit en concordance, soit en discordance de stratification, sur le Trias supérieur. Les nouveaux horizons décrits par M. Leandro Calvo sont caractérisés par des Brachiopodes et des Lamellibranches mal conservés, dont la détermination est le plus souvent fort difficile; c'est ce qui explique qu'outre les fossiles que j'ai cités précédemment, l'auteur indique dans le Lias la présence de *Ceromya inflata* du Portlandien, et de *Pleuromya Alduini* de l'Oolithe. Mais, quoi qu'il en soit, le travail stratigraphique de Leandro Calvo est le plus complet de tous ceux qui ont été publiés sur les environs d'Albarracin.

En résumé, des divers travaux que je viens de passer rapidement en revue, il résulterait que, dans le Sud de l'Aragon :

1° Le Toarcien et le Charmouthien sont bien développés et fossilifères ;

2° Le Sinémurien et l'Infralias font partout défaut, les marnes et calcaires du Lias moyen reposant directement sur le Trias supérieur.

Ce Trias supérieur, il est vrai, est constitué par la puissante masse de calcaire dolomitique que, dans le chapitre précédent, j'ai rapportée en grande partie au Jurassique inférieur pour les raisons que je vais maintenant développer.

Etude du calcaire dolomitique
(Trias supérieur des auteurs espagnols).

Dans tout le Sud de l'Aragon, et en particulier dans les Montes Universales, on trouve partout, de bas en haut, la succession suivante :

1° Marnes irisées triasiques ;

2° Calcaire dolomitique non fossilifère, formant un abrupt dont la puissance peut atteindre 100 à 150 mètres;

3° Calcaires gréseux avec quelques bancs de marnes renfermant des Brachiopodes et des Lamellibranches du Lias moyen et peut-être du Lias inférieur;

4° Marnes et calcaires marneux du Charmouthien supérieur et du Toarcien.

M. de Cortázar fut l'un des premiers à rapprocher le calcaire dolomitique du bord oriental de la Meseta (provinces de Cuenca et de Teruel) de la dolomie compacte signalée par M. Mallada[1] dans la province de Tarragone et appartenant nettement au Trias.

Dans cette province, en effet, d'après M. Mallada, le Trias présente la succession suivante (coupe de Falset à Argentera) :

1° Conglomérat et grès rouge.

2° Dolomie compacte, calcaire à tubulures de structure variable, souvent argilo-magnésien.

3° Argiles rouges gypsifères.

4° Calcaire à *Daonella* et à *Myophoria*.

Au milieu des dolomies compactes (n° 2), très puissantes, se trouve une zone renfermant *Trachyceras Vilanovæ* qui, dans les Baléares, est associé à *Trachyceras Curionii* : ces assises correspondent nettement à l'*horizon de Buchenstein*.

Si donc l'assimilation de M. de Cortázar était exacte, le calcaire dolomitique du Sud de l'Aragon représenterait la base du Ladinien, et toute la partie supérieure du Trias, l'Infralias et le Sinémurien manqueraient sur le bord oriental de la Meseta, qui aurait ainsi été émergée pendant ces trois périodes. L'étude stratigraphique montre qu'il n'en est rien : à la base du calcaire dolomitique on observe assez souvent une alternance de bancs de marnes irisées triasiques et de calcaires magnésiens; M. Palacios

1. L. Mallada. — Reconocimiento geographico y geológico de la provincia de Tarragona. — *Bol. Com. Map. geol. Esp.* t. xvi, p. 58, 1889.

a signalé ce fait dans le district de Daroca et je l'ai observé moi-même dans la Sierra d'Albarracin; d'autre part, à la partie supérieure, la dolomitisation diminue peu à peu pour disparaître complètement, et il y a passage insensible des calcaires dolomitiques aux calcaires gréseux à *Pecten Hehli* [1]; la sédimentation a été continue dans toute la région.

Les fossiles ayant disparu par suite de la dolomitisation, il est impossible de subdiviser cette puissante masse de calcaires dolomitiques comprise entre les marnes irisées triasiques et les calcaires à *Pecten* lisses du Sinémurien supérieur ou du Charmouthien : elle représente certainement tout l'Infralias, tout ou partie du Sinémurien et peut-être la partie terminale du Trias.

Dès 1888, d'ailleurs, M. Choffat[2] appelait l'attention des géologues sur l'âge de ces calcaires; il avait remarqué qu'en Portugal et en Sicile le Sinémurien est souvent représenté par des dolomies autrefois rapportées au Trias, et il pensait qu'une étude approfondie du calcaire dolomitique de Teruel « pourrait le rajeunir »; en 1892 [3], l'examen de mes fossiles le confirmait dans sa supposition « que le calcaire magnésien supportant le Lias fossilifère représente le Sinémurien et non pas une partie du Triasique ».

Ce faciès dolomitique n'est pas particulier à la province de Teruel, et il se retrouve dans toute la Chaîne Ibérique (provinces de Saragosse, de Soria, de Logroño et de Burgos); mais il n'a pas dû affecter nécessairement toujours les mêmes assises. M. Chudeau a montré[4] que, dans la province de Logroño, les calcaires du Sinémurien seul étaient dolomitiques et compris entre des grès à flore hettangienne et des calcaires du Lias moyen; dans la province de Burgos, d'après M. Larrazet[5], la dolomitisation a transformé les couches de l'Infralias et peut-être du Trias supérieur sans atteindre les assises sinémuriennes.

1. D. Leandro Calvo, qui adopte les idées de M. de Cortázar, signale une discordance nette entre les dolomies et les calcaires jurassiques; je n'ai observé aucun fait semblable aux environs d'Albarracin, et la coupe fig. 30, page 109, prise à Valdevecar, dans l'un des deux points signalés par M. Calvo lui-même, montre une concordance parfaite entre les divers termes de la série.

2. Choffat. — *Annuaire géologique universel*, t. IV, p. 614. Paris, 1888.

3. Choffat. — Id. t. IX, p. 537. Paris, 1892.

4. Chudeau. — Contribution à l'étude géologique de la Vieille-Castille. Thèse de doctorat, 1896.

5. Larrazet. — Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos, etc. Thèse de doctorat, 1896.

Deux causes différentes peuvent être invoquées pour expliquer cette dolomitisation : 1° les calcaires ont pu être modifiés chimiquement après leur dépôt par des eaux magnésiennes; 2° les calcaires renfermaient primitivement une certaine quantité de magnésie; ils se sont enrichis progressivement par dissolution du carbonate de chaux et se sont transformés lentement en dolomies. Les nombreuses vacuoles qui existent presque partout dans le calcaire dolomitique du Sud de l'Aragon me font penser que le deuxième phénomène a dû se produire, ou seul, ou peut-être dans certains points, concurremment avec le premier.

Distribution du Jurassique inférieur

Avant d'étudier les assises fossilifères du Lias moyen et du Lias supérieur, j'indiquerai rapidement la distribution du Jurassique inférieur dans la région que j'ai parcourue (Voir planches I et II).

CHAINE IBÉRIQUE. — La bande silurienne d'Atea est bordée à l'ouest par le calcaire dolomitique de l'Infralias, très développé entre Abanto et Pardos et recouvert en discordance par les grès du Gault; au sud de Cubel les calcaires disparaissent, cachés en partie par de nombreux débris de quartzites siluriens, en partie par les grès crétacés; ils reparaissent près de Gallocanta, formant la bordure occidentale de la Laguna et recouvrant les marnes irisées de Torralba de los Sisones. Les calcaires dolomitiques horizontaux recouvrent en outre les îlots triasiques de Cimballa, d'Alarba et de Fombuena.

La bande triasique qui s'étend de Montalban à Cucalon et à Monforte est bordée d'une façon presque ininterrompue par le Jurassique inférieur. A l'ouest, les calcaires dolomitiques forment la base du Morron crétacé de Badenas; ils disparaissent un peu au nord de Fonfria par suite de la grande transgression cénomanienne, mais sont de nouveau visibles près de Montalban et se suivent alors sans interruption jusqu'à Castel de Cabra, Obon, Huesa et Monforte (Voir Pl. I). Dans cette dernière région, le Jurassique inférieur est complet : les marnes et les calcaires marneux du Lias moyen et du Lias supérieur surmontent les calcaires non fossilifères de l'Infralias et du Sinémurien. — Au sud de Montalban, le Jurassique inférieur forme une bande très étroite, à peine discontinue, très nette aux environs de Las Parras et d'Utrillas et recouverte de chaque côté par les dépôts lignitifères du Crétacé inférieur.

Le Jurassique inférieur atteint un beau développement de chaque côté de l'anticlinal de Calanda, dont j'ai parlé dans le chapitre précédent; les calcaires dolomitiques et les marnes fossilifères sont particulièrement faciles à observer à Calanda, près de l'aqueduc construit sur le Guadalope, ou encore sur le chemin de Torrevelilla à La Ginebrosa.

Un peu à l'ouest, l'anticlinal jurassique d'Ariño, qui se trouve dans le prolongement de celui de Calanda et limite comme lui le bassin tertiaire de l'Ebre, montre sur son flanc méridional les différentes assises du Jurassique inférieur. Le Lias fossilifère est bien développé à la Venta de San Pedro, le long des berges du Rio Martin qui traverse l'anticlinal perpendiculairement à sa direction.

Chaine hespérique. — La Sierra Menera est bordée, à l'est et à l'ouest, par le Jurassique inférieur, que l'on peut facilement étudier à l'ouest d'Ojos Negros ou dans les environs d'Almohaja; le calcaire dolomitique et le Lias fossilifère sont partout bien représentés.

Plus au sud, l'extrémité de la Chaîne Hespérique est entourée par une bande ininterrompue de Jurassique inférieur, dont le centre est Albarracin et dont les contours assez irréguliers ont été représentés sur la carte (Pl. II). Le Jurassique inférieur est très bien développé dans toute cette région : les calcaires dolomitiques peuvent y atteindre 150 mètres de puissance et les assises fossilifères qui les surmontent ont souvent plus de 30 mètres d'épaisseur. Ces marnes sont faciles à suivre dans toute la contrée : elles forment un talus, incliné à 30° environ, souvent cultivé, et compris entre deux abrupts, l'inférieur constitué par les calcaires dolomitiques de l'Infralias et le supérieur par les calcaires du Jurassique moyen.

La bande triasique de El Cuervo est contournée à l'ouest par le calcaire dolomitique et le Lias fossilifère, et à l'est par les calcaires de l'Infralias surmontés directement par les poudingues tertiaires de la vallée du Guadalaviar.

Le Trias de Libros et de la vallée moyenne du Turia est bordé à l'est par l'Infralias, souvent recouvert par les poudingues miocènes qui occupent toute la rive gauche du fleuve, et à l'ouest par les calcaires dolomitiques et le Lias fossilifère.

Le Jurassique inférieur est bien développé dans la Sierra Javalambre et la Sierra Camarena; l'Infralias recouvre les marnes irisées gypsifères de Sarrion et de la vallée du Rio de Valacloche, et les calcaires marneux du Lias sont fossilifères entre Torrijas et

Camarena ; ils sont relevés à 1250 mètres dans tous les pics de la Sierra Javalambre.

L'axe triasique de la Sierra de San Jaime est recouvert, à l'est et à l'ouest, par le Jurassique inférieur complet, dont les bancs réapparaissent un peu à l'est, entre Gudar et Monteagudo, à 5 kilomètres de ce dernier village.

C'est dans la Sierra Palomera que le Lias fossilifère atteint son plus beau développement. La vallée tertiaire du Jiloca est séparée de celle de l'Alfambra par des dépôts jurassiques, que l'on peut suivre presque sans interruption des environs de Monreal del Campo jusqu'à Celadas. Le Charmouthien et le Toarcien sont très fossilifères près d'Aguaton, et les calcaires dolomitiques, redressés presque verticalement, forment la Peña Palomera (1529 mètres). La bande du Jurassique inférieur se poursuit plus au sud jusqu'aux environs de Concud ; au-delà, elle disparaît sous le Miocène lacustre de la vallée de l'Alfambra ; mais les sédiments tertiaires sont souvent peu épais et le Jurassique est nettement visible sur la route de Teruel à Alfambra, à 5 kilomètres de la première ville, et plus au nord, vers Perales, près de la Venta de Caracol.

Descriptions locales

Sierra Palomera. — Je commencerai la description du Jurassique inférieur fossilifère par l'étude détaillée d'une des coupes les plus complètes que j'aie pu relever dans la région.

Le sentier qui va de Torre la Carcel à la Virgen del Castillo traverse la Sierra Palomera perpendiculairement à sa direction et permet de relever la coupe suivante :

1. — Calcaire gréseux dont les bancs ont de 15 à 20 centimètres de puissance et sont séparés par des assises plus marneuses. Épaisseur visible, 8 mètres. A 3 mètres de la partie supérieure, nombreuses plaquettes à Pectens lisses : *Pecten Hehli* d'Orb., etc.

2. — Calcaire compact non fossilifère . . . . . 5 à 6 mètres.

3. — Calcaire rougeâtre, en bancs épais de 1 mètre. A la partie supérieure on observe une assise plus marneuse avec empreintes de *Pecten Hehli* d'Orb., *Pecten glaber* Zieten. . . . . . 8 mètres.

4. — Calcaire dur, non fossilifère, formant l'entrée du barranco. Ce calcaire et les assises sous-jacentes sont coupés par de nom-

breuses petites failles parallèles au Jiloca et amenant des dénivellations de 2 à 5 mètres. . . . . 8 mètres.

5. — Calcaire en bancs de 10 à 25 cm., séparés par des lits de calcaire marneux dont l'épaisseur est de quelques centimètres à la base et atteint un mètre à la partie supérieure. A un mètre de la base se trouve une assise avec nombreuses *Ostrea irregularis;* la partie supérieure, plus marneuse, m'a fourni une faune assez riche :

Pholadomya Thomarensis Choffat
Lucina liasina Ag. sp.
Harpax Parkinsoni Bronn
Lima punctata Sow. sp.
Pecten priscus Schloth.
» *acutiradiatus* Goldf.
Mytilus Morrisi Oppel
» *scalprum* Goldf.
Zeilleria punctata Sow. sp.
Terebratula subpunctata Dav. sp.
Rhynchonella tetraedra Sow. sp.

Épaisseur : 11 mètres.

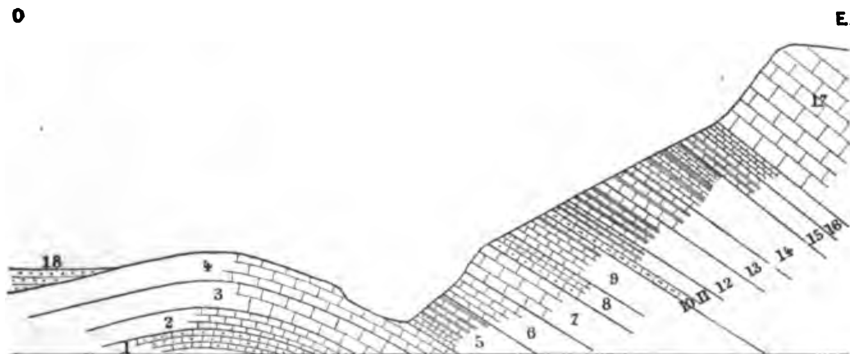


Fig. 27. — COUPE PRISE LE LONG DE LA RAMBLA EL SALTO

1- 3 — Calcaires à *Pecten Hehli*. . . . . . Sinémurien.
4- 5 — Calcaires avec petits lits marneux à la partie supérieure . . . . Sinémurien supérieur ou Charmouthien inférieur
6- 9 — Calcaires plus ou moins gréseux . . . Charmouthien.
10-16 — Marnes et calcaires marneux . . . . Toarcien.
17 — Bajocien.
18 — Tertiaire de la vallée du Jiloca.

Échelle approximative des longueurs et hauteurs, $\frac{1}{2000}$

6. — Calcaire compact renfermant quelques Bélemnites, difficiles à dégager de la roche . . . . 8 mètres.

7. — Calcaire dur, quelquefois un peu gréseux et ferrugineux, avec très nombreuses Gryphées qui forment plusieurs lumachelles superposées. M. Choffat rapporte ces Gryphées (avec doute) à des exemplaires jeunes de *Gryphæa obliqua*. . . . . 10 mètres.

8. — Calcaire gréseux renfermant encore quelques exemplaires de Gryphées associées à

Pecten priscus Schloth.
» *acuticostatus* Lam.
Terebratula subpunctata Dav. sp.

Plusieurs assises sont formées presque uniquement de débris de Pectens et de Térébratules . . . . Épaisseur : 5 mètres.

9. — Calcaire blanc-jaunâtre, se présentant en bancs réguliers de 15 cm. environ d'épaisseur. A 2 m. 50 de la base, j'ai recueilli un exemplaire d'*Amaltheus spinatus*, qui est la seule ammonite charmouthienne que j'ai trouvée dans cette région. Avec *Amaltheus spinatus* se rencontrent :

Belemnites sp.
Pleuromya sp.
Spiriferina rostrata Schloth.
Zeilleria punctata Sow. sp.
Terebratula Edwardsi Dav.
Terebratula subovoides Röm.
Rhynchonella tetraedra Sow.

Épaisseur : 8 mètres.

10. — Calcaire marneux très riche en Lamellibranches et en Brachiopodes. J'ai trouvé dans cette assise :

Harpoceras falciferum Sow.
» sp. du groupe de *H. algovianum*.
Pholadomya Idea var. *Lusitanica* Choffat
» *reticulata* Ag.
Pleuromya striatula Ag.
Ostrea irregularis Münst.
Gryphæa sp.
Spiriferina rostrata Schloth.
Zeilleria Jauberti Desl. sp.
Terebratula subovoides Röm.

Épaisseur : 2 mètres.

11. — Alternance de bancs de calcaire dur de 10 à 12 cm., et de bancs de calcaire marneux de 6 à 8 cm. d'épaisseur. Cette zone est particulièrement riche en Rhynchonelles et en Térébratules et renferme la faune suivante :

Harpoceras Levisoni Simps.
Lima punctata Sow.
Pecten textorius Schloth. sp.
Spiriferina rostrata Schloth.
Terebratula subpunctata Dav. sp.
Zeilleria florella d'Orb. sp.
» *Lycetti* Dav. sp.
Rhynchonella subtetraedra Dav.
» *Lycetti* Dav.

Épaisseur : 5 mètres.

12. — Calcaire marneux, avec petites intercalations de calcaire plus dur, caractérisé par une faune très riche :

Harpoceras bifrons Brug., assez fréquent.
» *Levisoni* Simps., type et nombr. variétés.
Ceromya sp.
Cardinia sp.
Lima punctata Sow.
Pecten textorius Schloth. sp.
Mytilus Sowerbyanus d'Orb.
Terebratula subovoides Rœm.
Zeilleria Lycetti Dav. sp.
» *Jauberti* Desl. sp.

Les *Harpoceras* sont surtout abondants dans les bancs calcaires occupant le milieu de cette zone. Ces bancs calcaires, comme les assises plus marneuses intercalées, augmentent d'épaisseur et passent insensiblement à la zone suivante.

Épaisseur : 9 mètres.

13. — Bancs de calcaire dur de 50 cm. de puissance, séparés par des bancs marneux de 20 cm. d'épaisseur ; ces assises m'ont fourni quelques rares fossiles :

Trigonia Thomarensis Choffat
Ceromya sp.

Épaisseur : 8 mètres.

14. — Les calcaires marneux augmentent de puissance et attei-

gnent 60 centimètres; ils sont séparés par des bancs de calcaire dur; c'est le niveau de

Harpoceras fallaciosum Bayle, assez abondant.
Trigonia formosa Lycett

Épaisseur : 12 mètres.

15 et 16. — Calcaire marneux et calcaire dur en bancs de 10 centimètres d'épaisseur à peine . . . . 12 mètres.

La partie inférieure est assez fossilifère et m'a fourni :

Harpoceras Doerntense Denckman
» *Bingmanni* Denckman
Lima Toarcensis Desl.
» *semicircularis* Goldf.
Zeilleria Jauberti Desl. sp.
Terebratula Paumardi Desl.
Rhynchonella variabilis Schloth.
» *meridionalis* Desl.

La partie supérieure est moins fossilifère; j'y ai rencontré seulement quelques exemplaires de *Lima semicircularis* Goldf.

17. — Les marnes et calcaires marneux disparaissent et font place à une puissante masse de calcaire dur, compact, correspondant aux divers horizons du Jurassique moyen, et recouvert en discordance par les poudingues et les marnes rouges tertiaires, sur lesquels est bâtie la chapelle de la Virgen d'El Castillo.

18. — A l'est de la coupe, le Tertiaire de la vallée du Jiloca recouvre les calcaires à *Pecten Hehli;* ces derniers, d'ailleurs, reposent directement sur les calcaires dolomitiques dont j'ai parlé un peu plus haut: la superposition ne se voit pas dans le barranco qui conduit à la Virgen del Castillo, mais elle est très nette un peu plus au sud, au pic même de la Peña Palomera.

Cette coupe montre que le premier niveau dont l'âge peut être précisé correspond au Charmouthien supérieur (zone à *Amaltheus spinatus*).

Les assises 1 et 3 sont caractérisées par le *Pecten Hehli*, dont les nombreux exemplaires couvrent la surface de plusieurs bancs; ce Lamellibranche, rare dans l'Infralias et dans le Charmouthien, est au contraire très abondant dans le Sinémurien des régions voisines et du Bassin du Rhône. D'autre part, l'assise fossilifère 5 est caractérisée par une faune qui se retrouve dans le Sinémurien supérieur et dans le Charmouthien inférieur, et l'assise 9 appartient nettement au Charmouthien supérieur.

En attendant la découverte de fossiles caractéristiques, j'admettrai donc que les niveaux les plus inférieurs (1 à 3) du Jurassique de la Sierra Palomera appartiennent au Sinémurien, et que les assises immédiatement supérieures (4 et 5) représentent le Sinémurien supérieur ou le Charmouthien inférieur; les calcaires à Bélemnites, à Gryphées et à *Pecten acuticostatus* (6 à 8) représenteraient les différents niveaux du Lias moyen, dont la zone 9 serait la partie terminale.

Les différents horizons du Toarcien sont nettement caractérisés au point de vue paléontologique; si quelques zones ne m'ont pas fourni d'Ammonites dans la Sierra Palomera, il est cependant certain que le Lias supérieur est complet dans la région. La coupe précédente nous a montré d'ailleurs la succession suivante :

I. Zone à *Harpoceras falciferum* et *Harpoceras Levisoni* (couches 10-11). La limite entre les assises 9 et 10 de la coupe est basée surtout sur le faciès minéralogique, et 6 mètres environ de calcaire séparent le banc à *Amaltheus spinatus* des assises à *Harpoceras falciferum* ; une partie de ces calcaires intermédiaires, avec Brachiopodes (*Spiriferina rostrata, Rhynchonella tetraedra,* etc.), pourrait peut-être être rattachée au Toarcien. Un peu plus au nord, dans la province de Burgos, M. Larrazet a déjà montré qu'il existait 2m40 de calcaire toarcien à Brachiopodes, intercalé entre les couches à *Amaltheus spinatus* et les assises à *Harpoceras falciferum*.

II. Zone à *Harpoceras bifrons* et *Harpoceras Levisoni* (couches 12-13).

III. Zone à *Harpoceras fallaciosum*. A ce même horizon j'ai trouvé, dans d'autres localités, *Harpoceras Toarcence* (nº 14).

IV. Zone à *Harpoceras Doernlense et Harp. Bingmanni*; en Angleterre et dans d'autres régions ces deux espèces se trouvent dans les assises à *Gram. dispansum*, immédiatement inférieures à la zone à *Dumortieria radiosa* (nº 15).

V. Zone peu fossilifère terminant le Toarcien marneux, qui ne m'a fourni aucun fossile dans la Sierra Palomera, mais dans laquelle de Verneuil a trouvé à Albarracin *Harpoceras Aalense* et *Harp. opalinum* (*Amm. primordialis*).

Si les conclusions précédentes relatives au Charmouthien et au Sinémurien supérieur sont exactes, la puissante masse de calcaire dolomitique inférieure aux assises à *Pecten Hehli* et formant, un peu au sud de la coupe, l'arête escarpée de la Peña Palomera

représenterait certainement l'Infralias, une partie du Lias inférieur et aussi, peut-être, la partie terminale du Trias.

Dans tout le Sud de l'Aragon, le Jurassique inférieur fossilifère se présente avec une remarquable uniformité ; si les couches du Sinémurien et du Charmouthien inférieur et moyen ne sont pas toujours faciles à étudier, à cause de la rareté des fossiles, j'ai partout rencontré, dans les Chaînes Ibérique et Hespérique, la succession suivante :

1° Calcaire à *Bélemnites*.

2° Calcaire à nombreuses *Gryphées*.

3° Calcaire gréseux à *Pecten acuticostatus* et *Terebratula subpunctata*.

4° Marnes et calcaires marneux très fossilifères du Toarcien.

L'étude détaillée de la Sierra Palomera me permettra donc d'être bref dans la description, qu'il me reste à faire, du Lias des diverses bandes jurassiques.

I. — CHAINE IBÉRIQUE

J'ai indiqué l'extension du Jurassique inférieur dans cette cordillère. Les environs d'Obon et de Josa sont devenus classiques pour l'étude du Lias espagnol depuis les descriptions de E. de Verneuil ; la coupe suivante, prise au village même d'Obon, nous montre une succession identique à celle de la Sierra Palomera, au point de vue pétrographique et paléontologique.

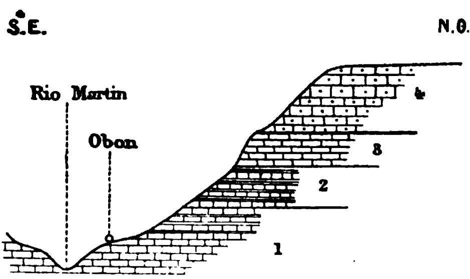


Fig. 28. — COUPE PRISE A LA SORTIE D'OBON, LE LONG DU CHEMIN DE LA JOSA.

1 — Calcaire ferrugineux à la base, marneux à la partie supérieure — Charmouthien.
2 — Marnes et calcaires marneux. 20 m — Toarcien.
3 — Calcaire compact. 18 m — Bajocien.
4 — Calcaire gréseux et ferrugineux. 40 m — Néocomien.

Echelle des hauteurs, $\frac{1}{4.000}$

Si l'on va de Peñaroyas à Obon en suivant le Rio Martin, on trouve, au-dessus du Trias figuré dans la coupe 17 (page 65, partie N.-E.) :

1° Un calcaire, souvent dolomitique, un peu ferrugineux, puissant de soixante mètres ;

2° Des calcaires moins compacts, devenant de plus en plus marneux à mesure qu'on s'élève dans la série, et passant à des marnes vers leur partie supérieure. Ces assises se suivent jusqu'à Obon presque sans interruption, et c'est sur elles qu'est bâti le village; l'inclinaison N. E., qui est très nette le long du Rio Martin, devient de plus en plus faible quand on s'éloigne de l'axe primaire et à Obon même les couches sont presque horizontales.

Le chemin d'Obon à La Josa suit les couches marneuses du Lias supérieur, dont la richesse, surtout en Brachiopodes, est si grande, que suivant de Verneuil et Lartet [68] « on pourrait s'y arrêter des jours entiers si on se livrait à la recherche des fossiles ».

1. — A la partie inférieure de la coupe, à 20 mètres environ au-dessus du niveau à Gryphées, j'ai observé des assises calcaires avec des bancs de marnes dont la puissance augmente vers la partie supérieure. Ces assises correspondent à la partie terminale du Charmouthien. J'y ai trouvé :

Harpoceras Cornacaldense Tausch
» *Boscense* Reyn.

avec une faune de Lamellibranches assez riche :

Ostrea irregularis Munst.
Harpax Parkinsoni Bronn, très abondant.
Pecten priscus Schloth.
» *textorius* Schloth.
» *acutiradiatus* Goldf.
Zeilleria punctata Sow. sp.
» (*Aulacothyris*) *resupinata* Sow. sp.
Rhynchonella tetraedra Sow.

2. — Au-dessus viennent des calcaires marneux et des marnes renfermant, au point de vue paléontologique, deux horizons très nets :

a) — A la base, des assises à :

Harpoceras bifrons Brug.
» *Levisoni* Simps.
Dactylioceras annulatum Sow.
Cœloceras commune Sow.

avec des Lamellibranches et des Brachiopodes assez nombreux :

Pholadomya Idea var. *Lusitanica* Choffat
» *Voltzi* Ag.
» *decorata* Hartm.

Lima punctata Sow.
Spiriferina rostrata Schloth.
» *oxyptera* Buv.
Terebratula Edwardsi Dav.
Zeilleria florella d'Orb. sp.
» *Jauberti* Desl. sp.
» *quadrifida* Lamk. sp.
Rhynchonella meridionalis Desl.
» *Lycetti* Dav.

La *Spiriferina rostrata* est particulièrement abondante et présente d'assez nombreuses variétés rappelant les espèces charmouthiennes décrites par Seguenza [1].

b) A la partie moyenne, des marnes avec :

Harpoceras fallaciosum Bayle
» *Schopeni* Gemm. (?)
Hammatoceras insigne Schübler
Haugia illustris Denckm.

avec les mêmes Brachiopodes que précédemment, mais moins abondants.

La partie supérieure ne m'a pas fourni d'Ammonites; mais M. de Cortázar a trouvé dans les mêmes assises, entre Obon et Alcaine, *Harpoceras Aalense*, dont la présence montre que le Toarcien est complet dans la région.

Toutes ces assises sont particulièrement riches en Brachiopodes, et les espèces d'Espagne décrites par E. Deslongchamps [**29**] proviennent d'Obon et de Josa ; c'est par erreur qu'elles ont été toutes rapportées au Lias moyen; elles sont très abondantes dans les marnes du Toarcien inférieur.

La même bande jurassique se poursuit vers le sud, jusqu'au-delà de Montalban ; mais, à l'ouest de Cabra, à l'approche du massif ancien, on voit l'Infralias et le Lias se redresser, devenir verticaux et même se renverser sur le Crétacé inférieur qui les surmontait. Ce renversement est facile à observer le long du Rio Adovas, à 2 kilom. à l'est de Montalban; dans les éboulis qui couvrent l'Aptien, on trouve en abondance les Ammonites et les Brachiopodes du Toarcien, sans qu'il y ait pour cela mélange des faunes liasique et crétacée, comme l'avait prétendu D. Alcibar en 1862 [**2**].

1. Seguenza. — Monografia delle Spiriferina dei vari piani del Lias Messinese. Rome, 1885.

Les affleurements jurassiques de Cimballa et d'Utrillas et ceux d'Arino et de Calanda,qui limitent le bassin tertiaire de l'Ebre, présentent la même succession de faciès pétrographiques et la même faune.

II. — CHAINE HESPÉRIQUE

J'ai indiqué précédemment l'extension du Jurassique inférieur dans cette région ; comme il se présente partout avec une remarquable uniformité, il me suffira de donner et de décrire deux coupes, l'une prise au nord, dans la Sierra Menera, la seconde plus au sud, aux environs d'Albarracin.

A. — Bordure de la Sierra Menera

Le Jurassique inférieur est très bien développé à l'est de la Sierra Menera, comme le montre la coupe suivante qui va de l'axe ancien au village d'Ojos Negros.

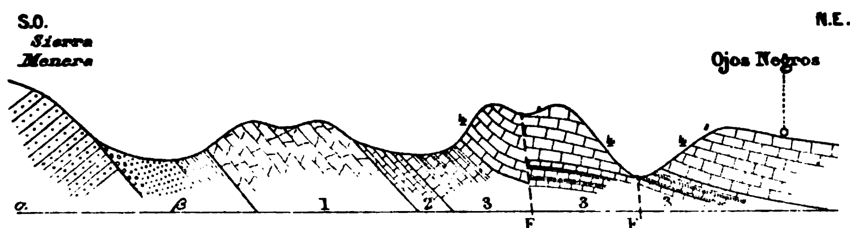


Fig. 29. — COUPE DE LA SIERRA MENERA A OJOS NEGROS

α — Quartzites siluriens de la Sierra Menera.			
β — Grès et marnes du Trias.			
1 — Calcaire dolomitique	100 m. . . .	Infralias et Sinémurien.
2 — Calcaire compact et gréseux	22 à 25 m. .	Charmouthien.
3 — Marnes et calcaires marneux	35 à 40 m. .	Toarcien.
4 — Calcaires du Jurassique moyen		Bajocien et Bathonien.

Échelle des longueurs, $\frac{1}{30000}$; des hauteurs $\frac{1}{7500}$

Sur les grès rouges et les marnes salifères du Trias reposent successivement et en concordance parfaite :

1. — Un calcaire dolomitique avec nombreuses vacuoles, dont la puissance est de 100 mètres environ.

2. — Un calcaire compact ou gréseux présentant les subdivisions suivantes :

a. — Calcaire en bancs réguliers, non fossilifère . 3 mètres
b. — Calcaire compact avec *Bélemnites* non déterminables . . . . 5 »
c. — Calcaire en bancs épais avec nombreuses *Gryphées* et *Bélemnites* . . . . 6 »
d. — Calcaire gréseux non fossilifère. . . . . . 8 »

Il est facile de voir que cette succession est identique à celle que j'ai décrite précédemment dans la Sierra Palomera (coupe 27, nº 6-9) ; le Charmouthien inférieur et le Sinémurien supérieur (nº 1-5 de la même coupe) sont en partie cachés et ne m'ont fourni ici aucun fossile.

3. — Des marnes et des calcaires marneux en bancs plus ou moins épais et dans lesquels j'ai pu établir les mêmes divisions que dans la Sierra Palomera. Les niveaux à *Harpoceras bifrons* et *Harp. Levisoni*, et à *Harpoceras fallaciosum* sont les plus fossilifères et renferment la faune que j'ai déjà citée plusieurs fois. Les assises terminales sont caractérisées par *Lima semicircularis* et *Zeilleria (Plesiothyris) Verneuili*. L'épaisseur totale du Toarcien est de 40 mètres; il est recouvert en concordance parfaite par les calcaires à *Harpoceras Murchisonæ*.

Le chemin qui va de Villar del Salz à Ojos Negros traverse ces diverses assises et rend particulièrement facile l'étude des différents niveaux toarciens.

B. — Sierra d'Albarracin

Nous allons retrouver une succession tout à fait comparable aux environs d'Albarracin, comme le montrent la coupe ci-jointe prise à Valdecomadres, au fond du Valdevecar, ou encore celle que l'on peut relever à Coscojares perpendiculairement à la route de Torres (fig. 33, p. 121).

Au-dessus des marnes irisées triasiques, riches en cristaux bipyramidés de quartz et visibles dans le ravin un peu en aval, j'ai observé la succession suivante (fig. 30) :

1. — Calcaire dur, souvent dolomitique et caverneux, à la partie supérieure duquel M. Leandro Calvo a trouvé des Lamellibranches et des Brachiopodes spécifiquement indéterminables [1].

1. M. Leandro Calvo [18, p. 333] a pu établir, surtout au point de vue pétrographique, plusieurs subdivisions dans les assises 1 et 2.

2. — Calcaire en bancs minces, assez réguliers ; la base est plus marneuse et a fourni à M. Calvo *Arca liasina* et *Pholadomya Idea ;* la partie supérieure est plus gréseuse, quelquefois un peu ferrugineuse : c'est le niveau à *Gryphées* et à *Bélemnites* [1], dans lequel j'ai recueilli la faune suivante :

Pecten priscus Schloth.
» *acutiradiatus* Goldf.
Terebratula subpunctata Dav. sp.

3. — Calcaire gréseux renfermant en abondance *Zeilleria cornuta* et des espèces voisines.

4. — Marnes argileuses, puissantes de 5 mètres environ, avec :

Harpax Parkinsoni Bronn
Ostrea irregularis Munster
Zeilleria punctata Sow. sp.
Terebratula subpunctata Dav. sp.
Spiriferina rostrata Schloth.

5. — Calcaire marneux avec intercalation de bancs de marne d'épaisseur variable. Ces assises, nettement toarciennes, peuvent se subdiviser, au point de vue paléontologique, de la façon suivante :

a — Zone à *Harpoceras falciferum*, *Lima gigantea, Mytilus Thiollierei* et nombreux Brachiopodes: *Terebratula subpunctata, Zeilleria Jauberti, Zeil. Lycetti, Terebratula subovoides, Rhynchonella tetraedra, Rh. meridionalis.*

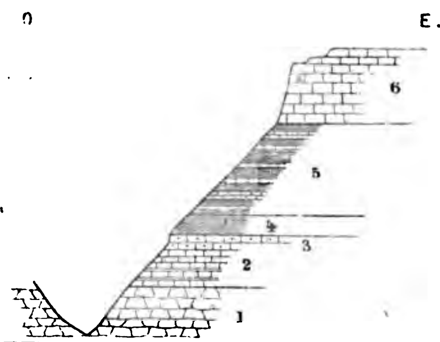


Fig. 30. — COUPE DE VALDECOMADRES, AU FOND DU VALDEVECAR

1 — Calcaire compact.		Infralias et Sinémurien.
2 — Calcaires avec bancs marneux à la base	20 m.	Charmouthien.
3 — Calcaires gréseux	3 m.	
4 — Marnes	5 m.	
5 — Calcaires marneux et marnes	35 m.	Toarcien.
6 — Bajocien.		

Échelle des hauteurs $\frac{1}{3.000}$

1. Ces Bélemnites, difficiles à dégager de la roche, sont de couleur brune et se distinguent nettement du calcaire gréseux qui est blanc rougeâtre. Les habitants du pays les désignent sous le nom de dedos de moro (doigts de Maure).

b — Zone à *Harpoceras bifrons, Harp. Levisoni, Terebratula subovoides, Zeilleria Jauberti, Zeil. Lycetti, Zeil. (Plesiothyris) Verneuili.*

c — Zone à *Harpoceras Schopeni, Harpoceras Toarcense* (trouvé à la Peña La Cingle, en face d'Albarracin) avec *Rhynchonella Lycetti, Terebratula Paumardi, Zeilleria Verneuili.*

d — Marnes supérieures à *Lima semicircularis, Rhynchonella meridionalis.* De Verneuil a trouvé dans cette zone *Harpoceras Aalense, Harp. opalinum (Am. primordialis).*

6. — Calcaire compact à *Harpoceras Murchisonæ.*

Cette succession est identique à celle de la Peña Palomera et, dans les deux régions, le Charmouthien et le Toarcien sont également bien développés.

Les mêmes conclusions peuvent s'étendre à toute la bordure de l'extrémité méridionale de la Chaîne Hespérique. Dans la Sierra Javalambre la série liasique acquiert un beau développement et la coupe de Torrijas à Camarena montrerait les calcaires marneux du Jurassique inférieur absolument horizontaux et relevés à une altitude atteignant souvent 1300 mètres; les marnes du Toarcien forment un talus légèrement incliné, assez souvent cultivé, et peuvent se suivre sur une très grande distance.

Les mêmes marnes se retrouvent dans la Sierra de San Jaime, de chaque côté de l'axe triasique que j'ai signalé entre Cedrillas et Corbalan; elles sont assez fossilifères un peu à l'est de Corbalan, tout près de la Casa Albergue et sur le chemin de Monteagudo à Gudar, à 2 kilom. du moulin.

Comparaison du Jurassique inférieur du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines.

Les descriptions précédentes montrent que le Jurassique inférieur présente, au double point de vue pétrographique et paléontologique, une très grande uniformité dans tout le Sud de l'Aragon. J'ai indiqué précédemment, à propos du calcaire dolomitique de l'Infralias, que la même faune se retrouve dans toute la Chaîne Ibérique. Dans son travail sur la province de Burgos, en effet, M. Larrazet [1] a montré l'existence de la série suivante :

1. Larrazet. — Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des provinces d'Alava et de Logroño, 1896.

1. — Calcaire dolomitique (Trias? ou Infralias).

2. — Calcaire à Huîtres et à Brachiopodes (Sinémurien).

3. — Calcaires du Charmouthien, fossilifères de la base au sommet, depuis la zone à *Deroceras armatum* jusqu'au niveau à *Amaltheus spinatus*.

4. — Marnes et calcaires marneux du Toarcien, dans lesquels se retrouvent tous les niveaux classiques du Lias supérieur.

La province de Burgos présente donc une succession plus complète ou plus fossilifère que le Plateau de Teruel. Il semble qu'il soit possible de distinguer dans la Chaîne Ibérique, à l'époque du Lias inférieur et moyen, deux zones assez nettes où les conditions de sédimentation étaient différentes : dans la région septentrionale, l'Infralias seul est représenté par des calcaires dolomitiques et les calcaires du Charmouthien sont riches en Ammonites. Plus au sud, la dolomitisation a été plus intense et a affecté une grande partie des assises sinémuriennes ; d'autre part, pendant toute l'époque charmouthienne régnait le régime calcaréo-gréseux et la faune est surtout riche en Brachiopodes et en Lamellibranches. Cette division disparaît au Toarcien, qui, de Burgos à Teruel, présente le même faciès pétrographique et la même succession de faunes.

La mer qui couvrait la Chaîne Ibérique à l'époque du Jurassique inférieur s'étendait plus au nord et déposait des sédiments sur toute la bordure occidentale du Plateau Central ; les récents travaux de M. Glangeaud [1] ont montré que l'Infralias et le Lias sont bien développés dans cette région et présentent la succession suivante :

1. Grès peu fossilifère et calcaire dolomitique (Rhétien).

2. Calcaires magnésiens avec intercalations de couches oolithiques, de calcaire lithographique et de cargneules ; la faune est peu variée et comprend surtout des Gastropodes et des Lamellibranches (Hettangien et Sinémurien).

3. Charmouthien présentant plusieurs faciès : au sud un faciès marno-calcaire avec les Céphalopodes des zones classiques ; au nord un faciès calcaréo-gréseux caractérisé par des Brachiopodes et des Lamellibranches et renfermant à la partie supérieure *Amaltheus margaritatus* et *Am. spinatus*.

4. Argiles et marnes toarciennes riches en Céphalopodes.

C'est donc la même succession d'assises que sur le bord oriental

1. Ph. Glangeaud. — Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central. — *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 50, T. VIII, 1895.

de la Meseta ; les ressemblances sont frappantes au point de vue pétrographique et surtout au point de vue paléontologique, comme le montre la comparaison des fossiles trouvés dans ces deux régions, qui faisaient évidemment partie de la même province.

Le même faciès s'observe dans tout le Centre de l'Espagne, comme le prouvent les travaux des différents géologues espagnols et surtout ceux de M. de Cortázar. Il se retrouve en Portugal dans toute la région située au nord de Lisbonne et dans l'Arrabida. Dans son étude sur le Lias au nord du Tage, M. Choffat [1] a insisté sur l'analogie frappante qui existait entre le Lias de l'Espagne centrale et celui des environs de Thomar. Dans cette dernière localité, en effet, le savant géologue portugais a observé la succession suivante :

1. Calcaire de Coïmbre à *Ceromya anglica* et *Avicula Conimbrica* (Infralias et Sinémurien).

2. Couches à *Gryphæa obliqua* (Sinémurien sup.)

3. Marnes et marno-calcaires à *Pecten acuticostatus* (Charmouthien).

4. — Marno-calcaires du Toarcien avec la faune habituelle d'Ammonites.

M. Choffat n'a pu établir aucune division dans le Charmouthien, cependant très fossilifère. La faune est caractérisée par une grande abondance de Lamellibranches et de Brachiopodes, que j'ai retrouvés dans le Charmouthien de la province de Teruel et qui ont été signalés dans les régions voisines et dans le Midi de la France, en particulier dans le Var. Un certain nombre de formes, comme *Rhynchonella meridionalis*, *Zeilleria Verneuili*, *Zeill. Jouberti*, donnent un caractère particulier à la faune charmouthienne de ces diverses régions : aussi M. Choffat a-t-il désigné ce faciès sous le nom de *Lias à faciès espagnol*.

Mais l'étude du Jurassique inférieur de la Chaîne Ibérique et du Centre de l'Espagne vient de nous montrer que cette série se relie intimement aux terrains du même âge de l'Europe occidentale ; le Toarcien, et en certains points le Charmouthien, présentent les zones classiques observées en France et en Angleterre ; le faciès calcaréo-gréseux, qui envahit souvent le Lias moyen, explique la pauvreté de sa faune en Ammonites; mais les nombreux Brachiopodes et Lamellibranches qui en caractérisent les diverses assises

1. Choffat. — Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. — Le Lias et le Dogger au Nord du Tage. Lisbonne, 1880.

ont une extension géographique très grande, et la présence de quelques formes spéciales ne me paraît pas suffisante *pour séparer le Lias à faciès espagnol du Lias de toute l'Europe occidentale.*

Mais quoi qu'il en soit, le Lias situé au nord du Tage présente les plus grandes analogies avec celui du Plateau de Teruel; la même mer couvrait les deux régions et, selon M. Choffat, l'érosion « a dû faire disparaître de la contrée intermédiaire beaucoup plus de terrains liasiques qu'on ne l'a admis jusqu'à ce jour [1] ».

Le Lias à faciès alpin n'apparaît que plus au sud, dans l'Algarve et en Andalousie.

1. Choffat. — Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal. *Vierteljahrschrift d. Natur. Ges.* Zurich. Jahrgang XLI, 1896, p. 301.

VI

JURASSIQUE MOYEN

Historique

Le Jurassique moyen du Sud de l'Aragon est encore fort peu connu. Santiago Rodriguez, le premier [**53**], en 1851, en signala l'existence dans le district d'Albarracin et en particulier entre cette localité et le village de Torrès. Ce fait fut confirmé l'année suivante par de Verneuil et Collomb [**61**] : dans leur liste des fossiles jurassiques de l'Est de l'Espagne, ils indiquent plusieurs espèces de l'oolithe inférieure et de la grande oolithe trouvées à Albarracin et à Villar del Cobo.— Dans sa description de la province de Teruel, Vilanova [**72**] affirme l'existence de tous les étages de la série jurassique ; mais cette affirmation repose sur une longue liste de fossiles dont les déterminations sont parfois inexactes et elle n'est basée sur aucune coupe géologique. M. de Cortázar [**27**], en 1885, n'acceptait d'ailleurs qu'avec beaucoup de réserves les idées émises par Vilanova ; cependant dans sa belle monographie de la province de Teruel, il signale un certain nombre de fossiles qui montrent l'existence du Bajocien et probablement du Bathonien. Tout récemment M. Leandro Calvo [**18**] publia ses observations sur les environs d'Albarraçin et montra, par une coupe très détaillée, que le Jurassique moyen est bien représenté dans la région ; malheureusement, si sa coupe est exacte au point de vue pétrographique, les déterminations du géologue espagnol doivent être souvent erronées ; la succession de faunes qu'il indique [1] est toute différente de la succession classique,

1. Pour M. Leandro Calvo le Jurassique moyen et supérieur présenterait, de bas en haut, la succession suivante :

Toarcien.

I. — Zone à *Park. Parkinsoni, Perisph. Martiusi, Steph. Humphriesianum, Sphæroceras Brongniarti.*

II. — Zone à *Am. Backeriæ, Am. Gervillei ?*

qui, comme je le montrerai plus loin, se retrouve près d'Albarracin jusque dans ses moindres détails.

Avant d'étudier cette succession, j'indiquerai rapidement la distribution du Jurassique moyen dans le Sud de l'Aragon.

Distribution du Jurassique moyen.

I. CHAINE IBÉRIQUE. — Les affleurements du Jurassique moyen sont assez restreints dans cette région, où le Bajocien et le Bathonien ont été le plus souvent recouverts par le Crétacé et le Tertiaire. Le Toarcien des environs d'Obon et d'Alcaine est surmonté par 20 mètres de calcaires bajociens, supportant les grès néocomiens à Trigonies ; le Jurassique moyen se retrouve sur le flanc sud des anticlinaux d'Ariño et de Calanda ; il forme une partie de la Sierra de San Pedro et de la Sierra Ginebrosa.

II. CHAINE HESPÉRIQUE. — Le Jurassique moyen acquiert un beau développement dans toute cette cordillère et en particulier dans les Montes Universales. La carte Pl. II nous montre qu'il borde d'une façon ininterrompue les sédiments liasiques de la Sierra Menera et de la Sierra d'Albarracin ; sur les trois coupes qui suivent et qui sont prises dans cette bande continue en des points très éloignés, on peut constater que la puissance du Bajocien et du Bathonien dépasse souvent 60 mètres et atteint quelquefois 80 mètres.

A l'ouest de ce grand affleurement de Jurassique moyen, au milieu du plateau de Terriente et de Frias, formé par les calcaires du Jurassique supérieur, j'ai observé quelques dépôts bajociens et bathoniens ; ils occupent toujours le fond des vallées et offrent le plus souvent très peu d'étendue. Ils sont faciles à observer près de

III. — Zone à *Am. Blagdeni.*
IV. — Zone à *Am. Holandrei, Cosmoceras Duncani, Am. biflexuosus.*
V. — Zone à *Am. Holandrei, Cidaris suevica, Rhynch. quadriplicata.*
VI. — Zone à *Am. Lamberti, Am. perarmatus ?*
VII. — Zone à *Tr. bisubfartiata, Tr. decipiens.*
VIII. — Zone à *Am. macrocephalus, Am. tumidus, Opp. Henrici, Am. canaliculatus, Reineckeia anceps, Am. oculatus, Am. hecticus, Am. cristagalli.*
IX. — Zone à *Cnemidium rimulosum, Per. plicatilis.*

Toril, le long du vieux chemin de Terriente, où ils forment un petit anticlinal sur lequel repose le village, et à l'ouest de Frias, entre cette localité et Fuente Garcia (source du Tage) ; là, ils reposent sur le Toarcien fossilifère et sont surmontés par le Callovien, très net. En l'absence de toute carte topographique, je n'ai pu indiquer ces divers affleurements, qui sont, d'ailleurs, peu importants.

Le Jurassique moyen est également bien représenté dans la Sierra Javalambre et la Sierra Camarena ; il constitue une grande partie du plateau jurassique de Sarrion et se retrouve dans la partie la plus élevée du massif montagneux, dont il forme les sommets entre Torrijas et Camarena. Les mêmes assises se suivent au nord jusque dans la Sierra de San Jaime, où M. de Cortázar a pu les étudier : elles sont particulièrement développées aux environs de Corbalan.

Sur le flanc oriental de la Sierra Palomera, au-dessus du Lias que j'ai décrit précédemment, j'ai observé un beau développement du Jurassique moyen, dont les assises peuvent se suivre parallèlement à la vallée du Jiloca depuis la Peña Palomera jusqu'au sud-est de Monreal del Campo. Au sud de la Peña, le Bajocien et le Bathonien se retrouvent de chaque côté de l'anticlinal liasique de Celadas, signalé dans le chapitre précédent; le flanc occidental de cet anticlinal est visible à l'est de Concud, dans le barranco Cueva rubia, où les marnes à *Hipparion gracile* reposent directement sur les calcaires à *Perisphinctes Martiusi*.

Descriptions locales.

I. — CHAINE HESPÉRIQUE

Je commencerai l'étude du Jurassique moyen par la description des environs de Jabaloyas. A l'est de ce village se trouve un ravin assez profond (barranco Canaleja), qu'on peut suivre pendant 4 kilomètres environ jusque près de la Masada de Ligros; ce ravin permet de faire l'étude de la série complète des assises jurassiques.

La coupe suivante, qui va du ravin Bobeda jusqu'à mi-chemin du barranco Canaleja, nous montre un très beau développement du Jurassique moyen.

1-3. — De la Masada de Ligros au Barranco Bobeda, j'ai observé les différentes assises du Jurassique inférieur, présentant les mêmes caractères pétrographiques et la même faune que dans toute la Sierra d'Albarracin (page 108). Ces assises, très puissantes à l'est du Barranco Bobeda, réapparaissent à l'ouest par suite d'une faille amenant une dénivellation de 60 mètres environ.

4. — Sur les marnes et calcaires marneux du Toarcien repose un calcaire compact, en bancs réguliers, de 15 mètres de puissance environ. A la partie supérieure de ces assises j'ai recueilli :

Cœloceras Bayleanum Opp.
» *Bigoti* Mun.-Ch.

Par suite de la faille indiquée précédemment, ces assises affleurent dans le barranco Bobeda, où j'ai trouvé en place, dans les bancs inférieurs, un exemplaire de

Harpoceras Murchisonæ Sow.
(variété à tours plats).

5. — Au-dessus, viennent 20 mètres de calcaire moins siliceux, moins compact et beaucoup plus fossilifère. A quelques mètres de

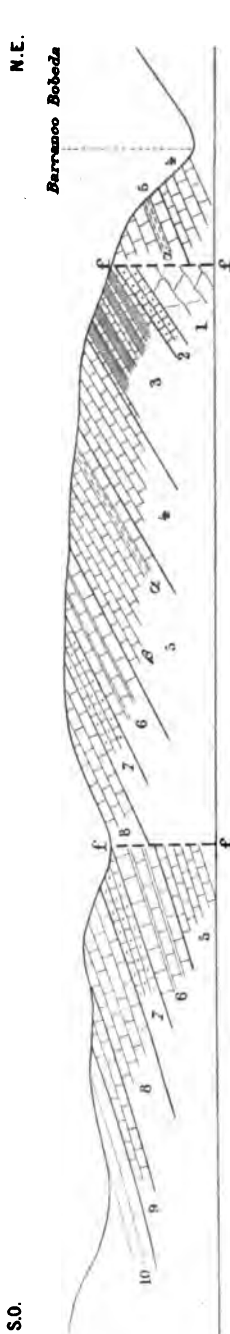


Fig. 31. — Coupe du barranco Canaleja (partie orientale).

1 — Calcaire dolomitique de l'Infralias et du Sinémurien.
2 — Grès et marnes du Charmouthien.
3 — Marnes et calcaires marneux du Toarcien.
4 — Calcaires du Bajocien inférieur et moyen — 15 mètres.
5-6 — Calcaires du Bajocien supérieur (α, β, horizons très fossilifères) — 30 m.
7 — Calcaire gréseux non fossilifère — 6 m.
8 — Calcaire compact du Bathonien inférieur — 10 m.
9 — Calcaire fossilifère du Bathonien supérieur — 4 m.
10 — Callovien.
f. f, Failles.

Échelle approximative des hauteurs $\frac{1}{2.000}$; des longueurs $\frac{1}{7.500}$

la base, j'ai observé un banc plus marneux qui m'a fourni la faune suivante :

Cœloceras Braikenridgei Sow.
» *Blagdeni* Sow.
» *subcoronatum* Opp.
» *Humphriesianum* Sow.
Sphæroceras Brongniarti Sow.
Terebratula perovalis Sow.

Les assises moyennes sont pauvres en fossiles; mais, à 3 mètres de la partie supérieure, les bancs calcaires deviennent très fossilifères et renferment les nombreuses espèces suivantes :

Oppelia subradiata Sow.
Sphæroceras Brongniarti Sow.
Cœloceras linguiferum d'Orb., très abondant.
» *Braikenridgei* Sow.
Terebratula sphæroidalis Sow.
Rhynchonella plicatella Sow.

6. — Les assises qui surmontent ces calcaires en sont un peu différentes au point de vue minéralogique ; les bancs de calcaire deviennent plus épais et sont souvent séparés par des lits plus marneux ; leur puissance totale est de 10 m., et la faune qu'ils renferment présente de très grandes analogies avec la précédente :

Strigoceras Truellei d'Orb.
Cœloceras linguiferum d'Orb.
Perisphinctes Martiusi d'Orb., abondant.
» cf. *arbustigerus* d'Orb.
Cosmoceras Garantianum d'Orb.
Rhynchonella plicatella Sow.
» *quadriplicata* Pict.

7-8. — Au-dessus j'ai observé 6 mètres de calcaire non fossilifère avec quelques bancs de calcaire gréseux à la base. Ces assises supportent 10 mètres de calcaire compact, dont les bancs supérieurs renferment la faune suivante :

Cœloceras cf. *rectelobatum* Hau.
Perisphinctes Martiusi d'Orb.
Stephanoceras procerum Schlœnb.

et les variétés désignées par M. Buckman [1] sous les noms de

1. Buckman. — The Morphology of Stephanoceras zigzag. — *Quart. Journal* vol. 48, 1892.

« *Stephanoceras* » *subprocerum* Buckm.
— *pseudoprocerum* Buckm.

9. — Le Jurassique moyen se termine par 4 mètres de calcaire moins compact, très fossilifère, le plus souvent recouvert par les éboulis des assises supérieures riches en *Macrocephalites macrocephalus*. Toutefois, j'ai pu trouver en place plusieurs exemplaires de

Oppelia aspidoides Opp.
Œcotraustes serrigerus Waag.
— cf. *serrigerus* Waag.

qui montrent que les assises du Bathonien supérieur existent dans le barranco Canaleja.

De nombreuses petites failles, orientées sensiblement N.N.O.-S.S.E., c'est-à-dire parallèlement au massif silurien de Collado de la Plata, coupent les diverses assises du Jurassique moyen ; outre celle du barranco Bobeda, que j'ai citée plus haut et qui est de beaucoup la plus importante, je n'en n'ai indiqué qu'une seule dans la coupe précédente, mais leur nombre est relativement assez grand.

Le Bajocien et le Bathonien acquièrent donc un beau développement à l'est de Jabaloyas ; presque toutes les zones y sont fossilifères et nous montrent la succession des faunes observées dans les régions devenues classiques pour l'étude du Jurassique moyen ; si les assises à *Harpoceras concavum* et à *Witchellia Romani* ne m'ont fourni aucun fossile, elles doivent cependant exister, puisque la sédimentation a été continue dans la Chaîne Hespérique; d'ailleurs la zone à Witchellia est très nette aux environs de Noguerra, comme le montre la coupe suivante prise à 2 kilomètres du village, le long du chemin qui conduit à Griegos (fig. 32).

1-2. — Les marnes et les calcaires marneux du Charmouthien et du Toarcien, avec leur faune habituelle, affleurent à l'ouest du petit Rio de Tramacastilla, dont le lit est creusé dans les calcaires dolomitiques de l'Infralias ou dans les marnes irisées du Trias supérieur.

Au-dessus du Toarcien, j'ai observé la succession suivante :

3. — Calcaire blanchâtre, se présentant en bancs très réguliers ; ces assises, le plus souvent recouvertes de buissons et d'arbustes, sont assez peu fossilifères ; j'y ai recueilli à la base :

Harpoceras Murchisonæ Sow.
Terebratula cf. *tetraedra* Sow.

4. — Calcaire en bancs moins épais, dont la partie supérieure est subbréchoïde, et est caractérisée par les espèces suivantes :

Witchellia du groupe de *Witchellia Romani* Opp.
Oppelia præradiata Douv.
Cœloceras Humphriesianum Sow.

5. — Calcaire blanc, moins compact, formant le sommet de la colline, dans lequel j'ai recueilli :

Cœloceras Braikenridgei Sow.
— *Daubenyi* Gemm.
— *Blagdeni* Sow.
Parkinsonia Parkinsoni Sow.
Terebratula sphæroidalis Sow.
Rhynchonella plicatella Sow.

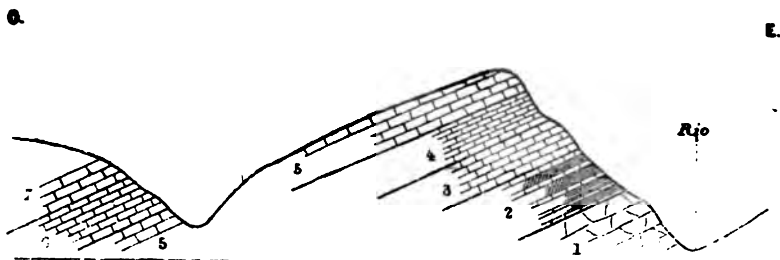


Fig. 32. — Coupe prise a 2 kilom. a l'ouest de Noguerra

1 — Calcaire dolomitique de l'Infralias et du Sinémurien.
2 — Marnes et calcaires marneux du Charmouthien et du Toarcien.
3 — Calcaire blanchâtre du Bajocien inférieur. 15 m.
4 — Calcaire siliceux du Bajocien moyen. . . 15 m.
5 — Calcaire du Bajocien supérieur . . . . 12 m.
6 — Bathonien . . . . 18 m.
7 — Callovien.

Échelle des longueurs et des hauteurs $\frac{1}{3000}$

6. — Calcaire compact, passant à un calcaire un peu ferrugineux. A la base, j'ai trouvé :

Sphæroceras Ymir Oppel
Rhynchonella plicatella Sow.

et à la partie supérieure :

Oppelia aspidoides Oppel
Sphæroceras microstoma d'Orb.

Ces dernières assises sont surmontées directement par les couches à *Macrocephalites macrocephalus*.

Je terminerai la description du Jurassique moyen des Montes Universales par l'étude rapide des environs d'Albarracin. Cette localité fut visitée par de Verneuil et tous les savants dont j'ai cité les travaux au commencement de ce chapitre ; aussi est-elle devenue classique dans les descriptions du Jurassique de l'Aragon. La coupe suivante est prise le long de la route d'Albarracin à Torres [1].

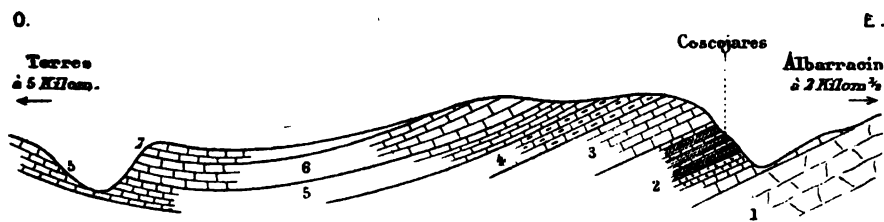


Fig. 33. — COUPE PRISE LE LONG DE LA ROUTE D'ALBARRACIN A TORRES

1 — Calcaire dolomitique. Sinémurien.
2 — Grès, marnes et calcaires marneux. Lias moyen et supérieur.
3-5 — Calcaires du Bajocien . . . . 60 à 65 mètres.
6 — Bathonien . . . . 18 mètres.
7 — Callovien.

Echelle des longueurs $\frac{1}{25.000}$; des hauteurs $\frac{1}{6.000}$

1-2. — Sur le calcaire dolomitique du Jurassique inférieur, qui affleure à la sortie d'Albarracin, reposent les calcaires et les marnes du Lias moyen et du Lias supérieur, très fossilifères à Coscojares (voir page 106).

Le Toarcien supporte, en concordance de stratification, la succession d'assises suivante :

3. — Calcaire compact, en bancs très réguliers ; ces assises, puissantes de 30 mètres, forment au-dessus du Toarcien un abrupt très net ; elles sont peu fossilifères et ne m'ont fourni que :

Cœloceras Bayleanum Opp.
Terebratula perovalis Sow.

recueillis presque à la partie supérieure.

4. — Calcaire subbréchoïde avec bancs plus siliceux (sur lequel

1. Une coupe, prise le long de la même route, a été publiée par M. Leandro Calvo [**18**], p. 333.

est bâtie la maison de Peones camineros), puissant de 15 mètres et renfermant la faune suivante :

Sphæroceras Brongniarti Sow.
Cœloceras Humphriesianum Sow.
Ancyloceras bispinatum Baugier et Sauzé.

5. — Calcaire blanc, fissile, quelquefois marneux, puissant de 18 mètres et assez fossilifère :

Oppelia subradiata Sow.
Cosmoceras Garantianum d'Orb.
Perisphinctes Martiusi d'Orb.
Rhynchonella plicatella Sow., très abondante dans certains bancs.

6. — Calcaire plus compact, en bancs plus épais, et d'une puissance totale de 18 mètres. Ces assises ne m'ont fourni que quelques exemplaires de *Rhynchonella Morierei* Dav. ; mais de Verneuil y a recueilli *Perisphinctes arbustigerus* et *Sphæroceras bullatum* ; ces calcaires appartiennent donc au Bathonien.

Le sommet de la colline est formé par les calcaires calloviens, dans lesquels j'ai trouvé *Reineckeia anceps* typique.

La coupe se termine à 5 kilom. environ d'Albarracin ; en la prolongeant vers l'ouest on retrouve la même série qui, à 2 kilom. de Torres, vient s'appuyer sur le Trias et le Silurien de la Sierra Alta.

Les environs d'Albarracin nous offrent donc la succession normale des diverses assises du Jurassique moyen ; les calcaires 3 à 5 représentent le Bajocien et l'assise 6 correspond au Bathonien.

La description de ces trois coupes, prises dans des régions bien distinctes de la Sierra d'Albarracin, nous montre que le Bajocien et le Bathonien sont très développés dans la Chaîne Hespérique et y présentent les subdivisions suivantes :

Bajocien
- 1° Zone à *Harpoceras Murchisonæ ;*
- 2° — *Witchellia, Oppelia præradiata ;*
- 3° — *Cœloceras Bayleanum, Cœl. Bigoti ;*
- 4° — *Cœloceras Braikenridgei, Cœl. subcoronatum, Sphæroceras Brongniarti ;*
- 5° — *Oppelia subradiata, Strigoceras Truellei, Parkinsonia Parkinsoni, Cosmoceras Garantianum, Cœl. linguiferum.*

Bathonien
- 1° Zone à *Oppelia fusca, Stephanoceras procerum, Cœloceras* cf. *rectelobatum ;*
- 2° — *Oppelia aspidoides, Sphæroceras microstoma, Sph. bullatum.*

Je n'ai trouvé nulle part aucun fossile caractéristique de la zone à *Harpoceras concavum* : cette zone, si constante en Angleterre et en France, a été signalée récemment par M. Nolan dans les Baléares, et par M. Larrazet dans la province de Burgos, au nord de la Chaîne Ibérique, où elle est très réduite et atteint à peine 1m40 de puissance; elle existe probablement dans le Sud de l'Aragon, mais elle y serait représentée par des assises qui ne m'ont fourni aucun fossile.

SIERRA JAVALAMBRE et SIERRA CAMARENA. — Le Jurassique moyen est aussi très bien développé dans la Sierra Javalambre et la Sierra Camarena; il forme une grande partie des hauts plateaux calcaires qui s'étendent entre Camarena et Sarrion; là, comme dans la Sierra d'Albarracin, c'est le Bajocien supérieur qui est toujours le plus fossilifère, et les espèces que j'y ai trouvées sont celles que j'ai citées précédemment. Près de Sarrion, à la Hoya de la Caridad, des calcaires un peu ferrugineux ont fourni à M. de Cortázar une faune très riche : *Oppelia subradiata, Strig. Truellei, Perisphinctes Martiusi*, etc., caractéristiques du Bajocien supérieur, avec *Cœloceras Humphriesianum* et quelques espèces des zones à *Cœloceras Sauzei* et *Witchellia Romani*.

SIERRA SAN JAIME. — Les mêmes assises peuvent se suivre vers le nord jusque dans la Sierra de San Jaime. Elles apparaissent nettement sur la route de Teruel à La Puebla de Valverde, où les calcaires bajociens sont recouverts en discordance par les poudingues tertiaires de la vallée du Guadalaviar; elles sont très fossilifères entre la Masada et la Casa de Peones camineros et m'ont fourni les fossiles caractéristiques du Bajocien moyen et supérieur. Plus au nord, aux environs de El Pobo, M. de Cortázar a signalé l'existence du Bathonien, reposant sur le Lias et recouvert par l'Oxfordien.

SIERRA PALOMERA. — Dans la Sierra Palomera, au-dessus du Jurassique inférieur que j'ai décrit dans le chapitre précédent (page 99, fig. 27), repose une puissante masse de calcaire facile à observer dans le barranco El Salto ; ces assises, comprises entre le Toarcien et les poudingues tertiaires de la Virgen del Castillo, représentent le Bajocien et le Bathonien, comme l'indiquent les quelques fossiles caractéristiques que j'y ai recueillis (*Cœloceras Humphriesianum*, *Perisphinctes Martiusi*, *Sphæroceras Ymir*, etc.).

II. — CHAINE IBÉRIQUE

En étudiant l'extension du Jurassique moyen, j'ai déjà indiqué que le Bajocien et le Bathonien présentent très peu d'affleurements dans cette cordillère.

La coupe des environs d'Obon (fig. 28, page 104) montre, au-dessus du Toarcien, l'existence d'un calcaire compact, puissant de 15 à 20 mètres, qui m'a fourni plusieurs exemplaires de *Rhynchonella plicatella* et de *Terebratula perovalis* et dans lequel de Verneuil avait recueilli *Cœloceras linguiferum*.

Le Jurassique moyen est mieux développé au sud d'Arino ; la Sima de San Pedro est presque entièrement creusée dans les calcaires bajociens qui, sur les bords du rio Martin, recouvrent directement le Lias et renferment d'assez nombreux fossiles : *Cœloceras Blagdeni*, *Sphæroceras Gervillei*, *Perisphinctes Martiusi*, *Terebratula sphæroidalis*, etc. (voir fig. 42, page 163).

Ces assises se poursuivent à l'est et se retrouvent sur le flanc méridional de l'anticlinal de Calanda ; le Bajocien y est bien représenté (voir coupe 37, page 145) et présente les différentes zones que j'ai signalées aux environs d'Albarracin ; le Bathonien est le plus souvent recouvert par les éboulis du Jurassique supérieur, mais j'ai pu recueillir en place *Stephanoceras procerum* et *Oppelia aspidoides* qui ne laissent aucun doute sur son existence dans la région.

Comparaison du Jurassique moyen du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines.

Les analogies que j'ai signalées, dans le chapitre précédent, entre les dépôts du Sud de l'Aragon et ceux des provinces voisines et, plus généralement, entre les conditions de sédimentation sur le bord de la Meseta et dans l'Europe occidentale, se retrouvent pendant toute la période du Jurassique moyen.

M. Larrazet[1], en effet, a montré récemment que le Bajocien du Nord de la Chaîne Ibérique est très complet et qu'il présente toutes les divisions classiques signalées dans le Bassin anglo-parisien et que nous avons retrouvées dans les Montes Universales ; toutefois,

1. LARRAZET. — Loc. cit., p. 233.

le Bathonien des environs d'Albarracin est mieux développé que celui de la province de Burgos, où M. Larrazet n'a trouvé que des fragments indéterminables d'Ammonites et de Rhynchonelles; mais, malgré l'absence de fossiles caractéristiques des zones à *Oppelia fusca* et *Oppelia aspidoides*, M. Larrazet considère qu'il n'y a pas eu d'arrêt dans la sédimentation depuis l'Infralias jusqu'au Callovien supérieur.

Les mêmes étages doivent se retrouver, avec la même faune, sur tout le bord oriental de la Meseta; mais, le plus souvent, le Bajocien et le Bathonien ont été réunis au Jurassique supérieur dans les monographies des diverses provinces d'Espagne. Cependant l'étude des listes de fossiles données par les géologues espagnols, et particulièrement par M. Mallada [**48**], prouve que le Bajocien présente une grande extension; celle du Bathonien paraît beaucoup plus faible, probablement parce que les calcaires de cet âge sont souvent très peu fossilifères.

La même succession d'assises s'observe en Portugal, au nord du Tage. M. Choffat[1] a montré que, dans cette région, les calcaires du Bajocien sont bien développés et assez fossilifères; les principales divisions qu'il a pu établir (1°, Niveau à *Harpoceras Murchisonæ*[2]; 2°, — *Sphæroceras Sauzei*; 3°, — *Hibolites Blainvillei*; 4°, — *Cœloceras Blagdeni*; 5°, — *Cœloceras Bayleanum*; 6°, — *Parkinsonia Parkinsoni*) sont caractérisées par des faunes tout à fait comparables à celles de la région d'Albarracin. La mer bajocienne, qui baignait le bord oriental de la Meseta et la recouvrait probablement en partie, s'étendait donc en Portugal dans toute la région située au nord du Tage[3].

Les mêmes conclusions peuvent être vraisemblablement étendues à l'époque bathonienne, dont les sédiments, dans cette région portugaise, sont des calcaires blancs plus ou moins oolithiques, analogues aux calcaires bathoniens de la France et de l'Angleterre, mais dont la faune paraît assez pauvre (*Trichites bathonicus*, *Cidaris meandrina*, etc.)

Les études de M. Glangeaud montrent que le Jurassique moyen présente, en Aquitaine, la même succession de faunes que dans le

1. CHOFFAT. Terrains jurassiques du Portugal. Loc. cit.

2. M. Choffat place les couches à *Harpoceras Murchisonæ* à la partie supérieure du Toarcien.

3. L'affleurement bajocien de Cesareda, situé au nord du Tage, présente cependant, d'après M. Choffat, un faciès alpin très net.

Sud de l'Aragon. Les zones établies par M. Glangeaud existent dans la province de Teruel avec les mêmes Ammonites caractéristiques. Si l'on compare les fossiles des calcaires bajociens et bathoniens situés entre Fontenay et Chasseneuil et ceux que j'ai trouvés aux environs d'Albarracin, on est frappé des relations paléontologiques qui existent entre ces deux régions très éloignées.

Les mêmes relations se retrouvent, comme je l'ai déjà indiqué dans l'étude des coupes précédentes, entre les Ammonites des environs d'Albarracin et celles qui caractérisent le Jurassique moyen de la Normandie, d'une grande partie de la bordure jurassique du Bassin de Paris, et de la Souabe.

A l'époque du Jurassique moyen, le Sud de l'Aragon et ces diverses régions faisaient donc partie de la même grande province; cette idée était émise dès 1885 par Neumayr [49] : la liste des fossiles recueillies dans les provinces de Burgos et de Guadalajara lui faisait « conclure avec certitude à l'existence, dans la Chaîne Ibérique, de la zone jurassique de l'Europe moyenne ou zone extra alpine ».

Cette zone est bien caractérisée par l'absence des genres *Phylloceras* et *Lytoceras*, dont aucun exemplaire, à ma connaissance, n'a été trouvé dans le Nord-Est de l'Espagne et qui sont au contraire représentés par de nombreuses espèces dans le Jurassique moyen de la province méditerraneenne. Mais, *abstraction faite de ces deux genres spéciaux*, la faune ammonitique des deux provinces est sensiblement la même. M. Haug a attiré mon attention sur les grandes analogies qui existaient, à l'époque du Jurassique moyen, entre la faune des environs d'Albarracin et celle des environs de Digne : dans les deux régions, l'une alpine, l'autre extra alpine, nous trouvons les mêmes successions de zones, caractérisées par les mêmes genres d'Ammonites (avec la restriction précédente).

Dans la péninsule ibérique, la province méditerranéenne, à l'époque du Jurassique moyen, occupait à peu près le même emplacement qu'à l'époque liasique; en Portugal elle s'étendait au sud du Tage, dans l'Algarve et l'Arrabida, et s'avançait un peu au nord de Lisbonne (Cesareda); en Espagne, elle comprenait les Chaînes Subbétiques (provinces de Grenade, de Cordoue, etc.) et les courants alpins venaient probablement longer le littoral actuel des royaumes de Murcie et de Valence.

VII

JURASSIQUE SUPÉRIEUR

Je réunis dans un même chapitre les diverses observations que j'ai faites sur les différents termes du Jurassique supérieur ; cette série est bien développée dans le Sud de l'Aragon, et les étages qui la constituent : Callovien, Oxfordien, Rauracien, Séquanien et Kimeridgien, sont nettement représentés dans toute la région; le Kimeridgien supérieur et le Portlandien seuls manquent ou ne sont pas fossilifères.

Historique.

Les différents géologues qui ont étudié la province de Teruel ont signalé la présence du Callovien et quelquefois de l'Oxfordien, qui sont souvent riches en fossiles; mais l'existence des étages supérieurs a le plus souvent été méconnue.

En 1851, Santiago Rodriguez [**53**], dans son étude sur le district d'Albarracin, cite des fossiles du Jurassique supérieur trouvés entre cette ville et Torres et aux environs de Calomarde. Ces résultats furent confirmés par de Verneuil et Collomb [**61**] qui, la même année, reconnurent l'existence du Callovien et de l'Oxfordien dans les hauts plateaux des Montes Universales et en particulier aux environs de Calomarde, de Frias et de Villar del Cobo. — A la suite de leur voyage fait en Espagne en 1855, de Verneuil, Collomb et de Lorière[1] signalèrent le Kimeridgien sur le flanc oriental de la Sierra Escorihuela et le Corallien sur les rives du Rio Arcos.

Vilanova [**72**], dans sa description régionale, indique l'existence

1. Voir D'ARCHIAC. — Histoire des progrès de la géologie, vol. VII, p. 191.

de tous les étages du Jurassique supérieur, qui sont en effet tous représentés dans la longue liste de fossiles citée par ce géologue; malheureusement l'auteur ne donne, dans son ouvrage, aucune coupe stratigraphique; ses déterminations paléontologiques,comme j'ai déjà eu l'occasion de le dire précédemment, doivent être quelquefois erronées : on comprend difficilement que Vilanova ait pu trouver à Torrevelilla, « engagées dans les mêmes bancs, les ammonites du Néocomien, du Portlandien et du Kimeridgien ».

M. de Cortázar [27] est beaucoup plus prudent dans son travail sur la province de Teruel, qu'il avait cependant explorée avec soin; il déclare que ses études sur le terrain ont été trop rapides pour qu'il ait pu distinguer les divers étages du Jurassique supérieur et il décrit, dans un même chapitre intitulé Oxfordien, toutes les assises comprises entre le Toarcien et le Néocomien; mais les différentes listes de fossiles données par le savant ingénieur espagnol montrent que le Callovien, l'Oxfordien et le Rauracien existent dans la région. Si l'exposition des faits locaux est souvent, d'après l'auteur même, assez vague, l'existence du Jurassique supérieur dans les Chaînes Hespérique et Ibérique est très nettement indiquée.

Dans son étude sur les environs d'Albarracin, M. Leandro Calvo [18] donne une excellente coupe du Jurassique supérieur de Saldon; mais la succession des zones paléontologiques qu'il a observées (voir note infrapaginale, page 114) montre que ses déterminations sont souvent entachées d'erreurs; la succession des faunes aux environs de Saldon est en effet identique à celle qui a été signalée en France et en Souabe.

Distribution du Jurassique supérieur.

CHAINE IBÉRIQUE. — Le Jurassique supérieur est relativement rare dans cette région et les seuls affleurements que j'ai observés se trouvent sur le flanc méridional des anticlinaux d'Ariño et de Calanda : le Callovien et l'Oxfordien sont assez bien développés dans la Sierra de San Pedro et M. de Cortázar a signalé les mêmes assises au Puerto de Andorra, mais l'Oxfordien y est recouvert par le Cénomanien; plus à l'est, dans la Sierra Ginebrosa, j'ai relevé une coupe complète du Jurassique supérieur, qui acquiert un très beau développement entre Torrevelilla et La Ginebrosa.

CHAINE HESPÉRIQUE. — Le Jurassique moyen qui borde la Sierra Menera supporte une bande presque ininterrompue de Juras-

sique supérieur. Le Callovien et l'Oxfordien forment une grande partie de la plaine située à l'est d'Ojos Negros et qui, aux environs de Pozuel, disparaît sous les grès calcarifères à *Ostrea flabellata.* La partie médiane du grand plateau dont Pozondon est le centre, et qui s'étend entre la Sierra Menera et la Sierra Alta, est formée par les calcaires calloviens et oxfordiens, comme l'indiquent les rares fossiles trouvés dans cette région, où les coupes naturelles font presque entièrement défaut.

C'est plus au sud, sur la rive droite du cours supérieur du Guadalaviar, que le Jurassique supérieur atteint son plus beau développement ; il forme une grande partie de la région désignée communément sous le nom de Montes Universales. Sur les calcaires bathoniens que j'ai décrits dans le chapitre précédent repose une puissante masse de calcaires, de marnes et de grès du Jurassique supérieur, que j'ai suivie depuis Griegos et Guadalaviar jusqu'au sud de El Royo et dont les contours sont figurés sur la carte Pl. II ; ces calcaires forment une série de plateaux séparés par des vallées (barrancos) souvent étroites, dont la profondeur dépasse quelquefois 100 mètres et facilite beaucoup l'étude géologique de la région ; quelques lambeaux crétacés couronnent les plateaux les plus élevés de la contrée.

Le Jurassique supérieur contourne le massif ancien de Collado de la Plata et est assez développé aux environs de Rubiales et de El Campillo ; nous le retrouvons dans la Sierra Camarena, dans la Sierra Javalambre et surtout dans leurs nombreux contreforts, aux environs de Sarrion et à 2 kilom. à l'ouest de la Puebla de Valverde. Les observations de E. de Verneuil et de M. de Cortázar montrent que ces dépôts se suivent vers le sud jusque sur les rives du Rio Arcos, et vers le nord sur le flanc oriental des Sierras de Escorihuela et de San Jaime.

Enfin, dans la Sierra Palomera, j'ai pu observer une bande très nette de Jurassique supérieur, bien visible à l'ouest de Camañas et dont la direction générale N. N. O. - S. S. E. est celle de toute cette Sierra.

Descriptions locales.

I. — CHAINE HESPÉRIQUE

Je commencerai l'étude du Jurassique supérieur par la description du district d'Albarracin, où, comme je l'ai dit plus haut, cette

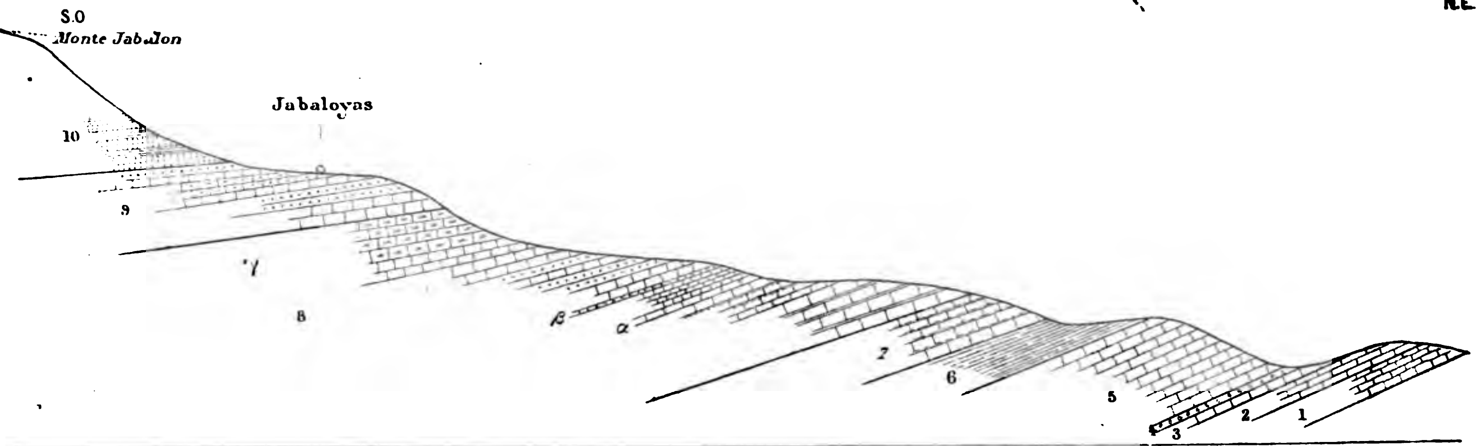


Fig. 34. — COUPE DU BARRANCO CANALEJA (partie occidentale).

1 — Bathonien.
2 — Callovien inférieur. — Couches à *Macrocephalites macrocephalus* . . . . 4 m.
3 — Callovien moyen. — Couches à *Reineckeia anceps* . . . 1 m.
4 — Oxfordien inférieur. — Calcaire oolithique à *Phylloceras tortisulcatum* . . . . 0 m. 50
5 — Oxfordien moyen. — Assises à *Ochetoceras canaliculatum*. 25 m.
6 — Oxfordien supérieur. — Marnes à *Trochus impressæ* . . 12 m.
7 — Rauracien. — Assises à *Ochetoceras Marantianum* . . 12 m.
8 — Séquanien. — Calcaire avec quelques lits gréseux et marneux (α, β, γ, assises fossilifères). . . . . 60 m.
9 — Kimeridgien ? — Grès et calcaires . . . . 20 m.
10 — Crétacé.

Échelle des longueurs $\frac{1}{7.500}$; des hauteurs $\frac{1}{2.000}$

série atteint son plus beau développement. Le barranco de la Canaleja, qui nous a déjà fourni une bonne coupe du Jurassique moyen, nous donne également, dans sa partie occidentale, la série complète des assises du Jurassique supérieur représentées dans la région.

1. — A la partie inférieure de la coupe, j'ai figuré les calcaires à *Oppelia aspidoides,* étudiés dans le chapitre précédent (page 115, fig. 31).

2. — Sur le Bathonien supérieur, j'ai observé un calcaire un peu ferrugineux, se présentant en bancs très réguliers et ayant environ 4 mètres d'épaisseur. Ces assises sont riches en fossiles et m'ont fourni :

Macrocephalites macrocephalus Schloth.
Œcotraustes conjungens Mayer
Oppelia subcostaria Opp.
Perisphinctes cf. *furcula* Neum.
» cf. *Recuperoi* Gemm.
Terebratula dorsoplicata Suess

Les *Macrocephalites macrocephalus* sont surtout abondants à la partie supérieure, où ils atteignent des tailles relativement considérables.

3. — Sur ce Callovien inférieur repose 1 mètre de calcaire non ferrugineux, caractérisé par la faune suivante :

Macrocephalites macrocephalus Schloth., peu abondant.
Reineckeia anceps Rein.

et des *Perisphinctes* voisins de ceux de Balin[1] et de la Sicile[2].

Les assises 2 et 3 représentent donc nettement le Callovien inférieur et moyen.

4. — Le Callovien moyen supporte un calcaire oolithique, ferrugineux, épais d'environ 50 cm. et appartenant à l'Oxfordien inférieur. A la base, en effet, j'ai trouvé une faune assez riche :

Belemnites hastatus Blainv.
Phylloceras tortisulcatum d'Orb.
» *Lodaiense* Waag.
Perisphinctes du groupe de *Per. Backeriæ* Sow.
Perisphinctes cf. *subtilis* Neum.
— cf. *Sutneri* Choffat

1. NEUMAYR. — Die Cephalopoden. — Fauna der Oolithe von Balin bei Krakau. — *Abhandl. K. K. geol. Reichsanst.*, Bd V, 1871.

2. GEMMELLARO. — Sopra alcune faune giurese e liasiche della Sicilia. — Zona con *Steph. macrocephalum* della Rocca chi parra presso Calatafimi, 1872.

La partie supérieure est plus ferrugineuse et renferme de nombreux débris de Crinoïdes (*Pentacrinus* et *Millericrinus*).

Ces assises de la base de l'Oxfordien reposent directement sur le Callovien moyen, sans interposition du Callovien supérieur, qui d'ailleurs semble manquer dans toute la région.

5. — Elles sont surmontées par une masse assez puissante de calcaire souvent blanchâtre, quelquefois un peu marneux, mais le plus souvent compact, et renfermant de la base au sommet de nombreuses variétés de *Perisphinctes plicatilis*, associées aux formes suivantes :

Ochetoceras canaliculatum Buch
Oppelia Arolica Opp.
Aspidoceras Œgir Opp.
Perisphinctes Pralairei E. Favre
» *Lucingensis* E. Favre
Rhynchonella trilobata Zieten

Ces assises m'ont fourni en outre de nombreux *Spongiaires* indéterminables, qui sont particulièrement abondants dans plusieurs bancs situés au milieu de la série. Le grand développement de Spongiaires à ce niveau n'est pas particulier au Sud de l'Aragon ; il est assez général dans l'Europe occidentale pour que quelques géologues aient proposé pour ces assises le nom de *Spongitien*.

6. — L'Oxfordien se termine par des marnes épaisses de 12 mètres environ, qui deviennent de plus en plus calcarifères à mesure qu'on s'élève dans la série et qui passent insensiblement aux calcaires rauraciens. Ces marnes sont très fossilifères et contiennent la faune de la partie supérieure du « Jura blanc α »[1] de Souabe :

Trochus impressæ Qu.
Muricida semicarinata Qu.
Cucullæa concinna Qu.
Turbinolia impressæ Qu.
Stephanophyllia florealis Qu.
Apiocrinites impressæ Qu.
Pentacrinites subteres Qu.

Avec ces formes, j'ai recueilli de très nombreuses Ammonites ferrugineuses, dont la détermination exacte ne pourra être faite que quand M. Pompeckj aura publié la revision des Ammonites de

1. QUENSTEDT. — Der Jura, p. 571 et pl. 79.

Quenstedt. J'ai pu cependant distinguer les espèces suivantes figurées par Quenstedt :

Ammonites (*Oppelia*) *Pichleri* Opp.
» *complanatus* Qu.
» (*Oppelia*) *flexuosus costatus* Qu.
» (*Perisphinctes*) *convolutus* Qu.
» du gr. de *Ochetoceras canaliculatum.*
avec *Peltoceras* sp.
Aspidoceras sp.
Belemnites cf. *hastatus* Bl.
» *Monsalvensis* Gill.
» *Sauvanausus* d'Orb.
» cf. *Argovianus* May.

Je n'ai jamais rencontré dans ces marnes, que j'ai étudiées dans plusieurs localités différentes, ni *Aulacothyris impressa*, ni *Cardioceras alternans*, qui caractérisent en Souabe et en Argovie les assises de même âge; toutefois les ressemblances, au point de vue pétrographique et paléontologique, entre l'Oxfordien supérieur de Souabe et d'Argovie et celui des Montes Universales sont tout à fait frappantes, et depuis longtemps déjà M. Haug a attiré mon attention sur ce point.

Parmi les nombreuses Ammonites que j'ai recueillies à ce niveau (plus de 150 échantillons), je n'ai observé aucun *Phylloceras*.

7. — Les marnes à *Trochus impressæ* sont surmontées par 12 mètres de calcaire se présentant en bancs de 30 à 40 cm. de puissance, séparés par des lits de calcaire marneux moins épais. Cette zone est assez peu fosssilifère; j'y ai toutefois recueilli :

Ochetoceras Marantianum d'Orb.
Perisphinctes virgulatus Qu.

et à la partie supérieure un *Aspidoceras* spécifiquement indéterminable.

Ces bancs calcaires correspondent donc nettement au Rauracien.

8. — Les assises rauraciennes passent insensiblement à une masse puissante de calcaires plus ou moins marneux, plus ou moins gréseux, mais dans laquelle les bancs fossilifères sont très rares. Les 20 mètres de la base sont formés par des lits assez peu épais de calcaire marneux. Ces assises, non fossilifères, sont surmontées par 2 mètres de calcaire plus marneux (α) qui m'ont fourni :

Lima Quenstedti Moesch
Pholadomya cf. *Protei* Brongn.
Mactromya rugosa Ag.
Terebratula bisuffarcinata Qu.
» *subsella* Leym.
» *moravica* Glocker

J'ai observé, quelques mètres plus haut, un banc de grès (β) renfermant de nombreux débris d'Huîtres indéterminables, surmonté par 20 mètres environ de calcaires avec intercalations de bancs gréseux non fossilifères.

Enfin la partie supérieure de la série est formée par 15 à 16 mètres de calcaire un peu marneux, se présentant souvent avec une apparence bréchoïde due à l'inégale répartition des marnes dans un même banc. Ces assises renferment :

Terebratula subsella Leym.
» cf. *Bourgueti* Etallon
» cf. *cincta* Cotteau
Rhynchonella pinguis Rœm.
Pseudocidaris mammosa de Loriol
Cidaris glandifera Goldf., radioles.
Cidaris sp., radioles.

Les radioles de *Cidaris glandifera* sont particulièrement abondants. Ces calcaires appartiennent donc nettement au Séquanien; ils en forment d'ailleurs peut-être la partie terminale. En effet, à 2 kilomètres au sud-est de la coupe, après avoir traversé le Monte Jabalon, on retrouve les mêmes assises qui affleurent le long du sentier conduisant à Cañegral; à leur partie supérieure,les calcaires deviennent plus marneux et renferment :

Pseudocidaris cf. *Thurmanni* Etallon
Cidaris sp., radioles.

ces bancs supérieurs pourraient donc représenter la base du Kimeridgien.

9. — Sur les assises à *Cidaris glandifera* reposent, en concordance de stratification, des calcaires compacts, des grès et des calcaires gréseux, sur lesquels est construit le village de Jabaloyas. Ces couches sont peu fossilifères; quelques bancs renferment :

Ostrea cf. *Matronensis* de Loriol
Ostrea cf. *Bruntrutana* Thurmann

Les calcaires compacts sont quelquefois riches en *Polypiers*, avec moules de *Nérinées*; il semble donc qu'à la fin de la période juras-

sique il y ait eu, dans la région, une tendance à la formation de calcaires zoogènes ; le même fait a d'ailleurs été signalé en Souabe.

Bien que la faune de ces calcaires et de ces grès soit peu caractéristique, il me semble que l'on peut rapporter au Kimeridgien ces diverses assises immédiatement supérieures aux calcaires à *Pseudocidaris Thurmanni.*

10. — Les grès de Jabaloyas sont recouverts par une puissante masse de sables et de marnes, dont la partie moyenne renferme de nombreuses *Ostrea flabellata.* En l'absence de fossiles dans la partie inférieure de cette masse, je ne puis indiquer nettement la limite du Jurassique et du Crétacé. Je n'ai d'ailleurs observé aucune discordance de stratification entre les assises nettement jurassiques et celles qui appartiennent incontestablement au Crétacé ; l'inclinaison des différentes assises du Jurassique supérieur diminue progressivement ; à Jabaloyas, les grès sont à peine inclinés de 5° vers le sud-ouest et les calcaires du Crétacé supérieur sont sensiblement horizontaux.

Je rapporterai provisoirement au Crétacé les sables et les marnes de la base du Monte Jabalon, dont les parties moyenne et supérieure sont nettement cénomaniennes.

Dans son travail sur les environs d'Albarracin, M. Leandro Calvo est arrivé à des conclusions toutes différentes. Il considère les assises à *Perisphinctes plicatilis* comme formant la partie terminale du Jurassique et il rapporte au Crétacé inférieur toutes les couches comprises entre les marnes à *Trochus impressæ* et les sables du Monte Jabalon (nos 5 et 9 de la coupe). Les faunes que j'ai décrites précédemment montrent que cette attribution est erronée ; d'ailleurs l'auteur ne cite comme fossile, dans cette masse dont il évalue l'épaisseur à plus de 100 mètres, que des radioles de *Cidaris clunifera ;* or le *Cidaris clunifera,* décrit par Sharpe[1] dans ses études sur le Secondaire du Portugal, n'est autre que *Pseudocidaris Thurmanni* du Kimeridgien [2].

La description des environs de Jabaloyas nous montre donc que le Jurassique supérieur est bien développé dans cette région et y présente les subdivisions suivantes :

1° Callovien inférieur fossilifère à *Macrocephalites macrocephalus ;*
2° Callovien moyen à *Reineckeia anceps.*

1. SHARPE. — On the Secondary Rocks of Portugal. — *Proced. Geol. Soc. London,* t. VI, fig. 197. 1849.
2. COTTEAU. — *Pal. fr.* — Terrains jurassiques, t. X, 2e partie, p. 32.

3° Oxfordien inférieur à *Phylloceras tortisulcatum* et *Ph. Lodaiense.*

4° Oxfordien moyen à *Ochetoceras canaliculatum* et *Oppelia Arolica.*

5° Oxfordien supérieur à *Trochus impressæ* et Ammonites ferrugineuses.

6° Rauracien avec *Ochetoceras Marantianum.*

7° Séquanien à *Terebratula subsella* et *Pseudocidaris mammosa.*

8° Kimeridgien à *Pseudocidaris* cf. *Thurmanni* et *Ostrea* cf. *Matronensis.*

Nous retrouvons la même succession d'assises avec la même

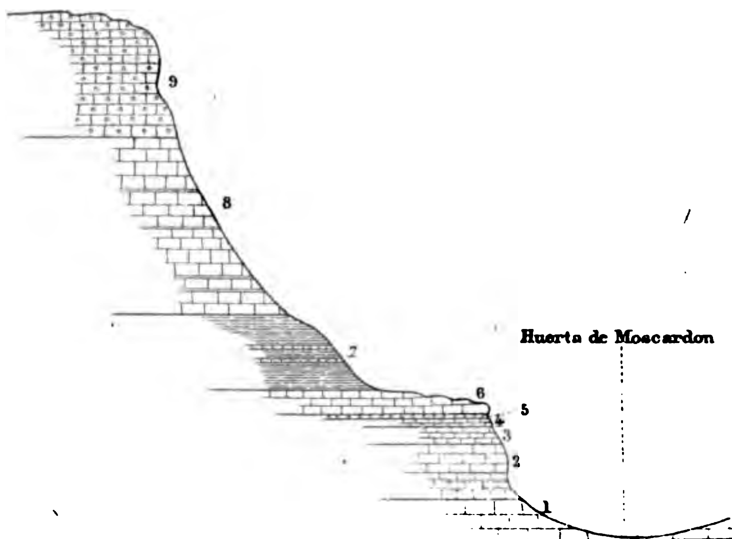


Fig. 35. — Coupe prise au nord de Moscardon.

1 —	Bajocien.	
2 —	Bathonien.	16 m.
3 —	Callovien inférieur. — Calcaire à *Macr. macrocephalus*	4 m.
4 —	Callovien moyen. — Calcaire à *Reineckeia anceps*	1 m.
5 —	Oxfordien inférieur. — Calcaire oolithique à *Phylloceras tortisulcatum*	0 50.
6 —	Oxfordien moyen. — Calcaire à *Perisphinctes plicatilis*	5 m.
7 —	Oxfordien supérieur. — Marnes à Ammonites ferrugineuses	20 m.
8 —	Rauracien et Séquanien inférieur. — Calcaire à Brachiopodes (recouvert par des éboulis)	45 m.
9 —	Séquanien. - Calcaire oolithique à *Cidaris glandifera*	30 m.

Echelle des hauteurs $\frac{1}{2.000}$

faune dans tous les Montes Universales, et si quelques horizons paraissent manquer dans plusieurs localités, cela tient uniquement à leur pauvreté en fossiles; mais les zones suivantes, qui sont les plus fossilifères et par conséquent les plus faciles à observer, se retrouvent avec une grande constance dans toute la région :

a. — Callovien inférieur partout très riche en *Macrocephalites macrocephalus.*

b. — Oolithe ferrugineuse de l'Oxfordien inférieur; cette assise, dont l'épaisseur ne dépasse jamais 50 centim., est visible dans un grand nombre de barrancos.

c. — Assises à *Ochetoceras canaliculatum*, *Perisphinctes plicatilis.*

d. — Calcaire séquanien à radioles de *Cidaris glandifera.*

La coupe précédente (fig. 35), prise un peu au nord de Moscardon, perpendiculairement au chemin de Calomarde, nous montre la constance de ces diverses zones fossilifères.

Le barranco, au fond duquel se trouve la huerta de Moscardon, est formé en grande partie par les calcaires bajociens et bathoniens fossilifères, sur lesquels reposent le Callovien inférieur et moyen, présentant les mêmes caractères et sensiblement la même épaisseur qu'à Jabaloyas. L'assise à *Reineckeia anceps* paraît cependant plus fossilifère et m'a fourni la faune suivante :

Reineckeia anceps Rein.
Lunuloceras lunula Ziet.
Perisphinctes subtilis Neum.
Terebratula dorsoplicata Suess

L'oolithe ferrugineuse de l'Oxfordien inférieur, aussi fossilifère qu'à Jabaloyas, affleure presque à la partie supérieure du barranco et est recouverte par 5 mètres de calcaire blanchâtre à nombreux *Perisphinctes plicatilis.* Ces calcaires forment un petit plateau supportant les marnes à *Trochus impressæ* et à petites Ammonites ferrugineuses. Le Rauracien et la partie inférieure du Séquanien ne m'ont pas fourni de fossiles; ils sont d'ailleurs recouverts par les éboulis des assises supérieures, formées de calcaires oolithiques avec plusieurs bancs à nombreux radioles de *Cidaris glandifera.* Ces calcaires oolithiques forment le sommet du plateau et le Kimeridgien manque certainement aux environs de Moscardon.

Dans toute la région comprise entre Jabaloyas et Moscardon, le Rauracien et le Séquanien sont bien développés et atteignent une puissance totale de 70 à 75 mètres. Cette puissance diminue quand on se dirige vers le nord-est, et à Griegos elle est déjà inférieure à

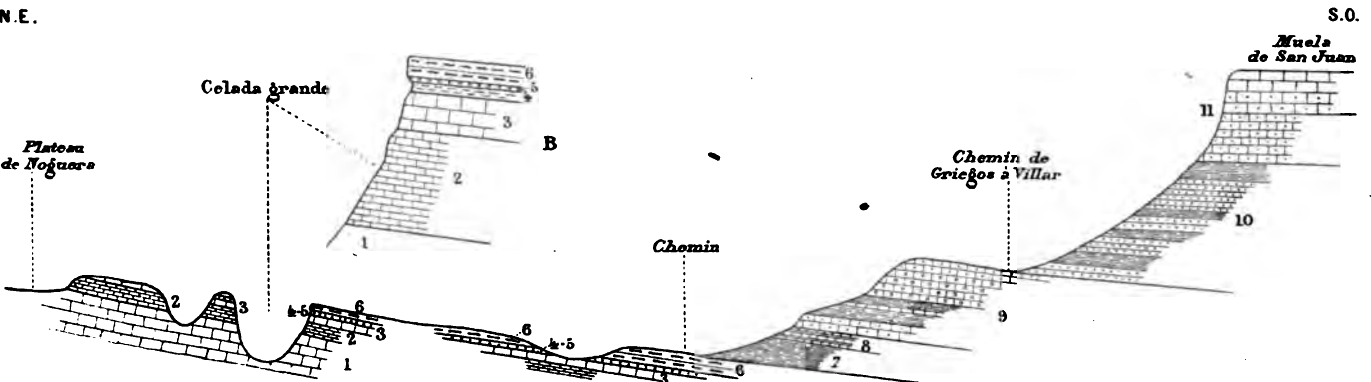


Fig. 36. — COUPE DU PLATEAU DE NOGUERA A LA MUELA DE SAN JUAN, PRISE UN PEU AU SUD DE GRIEGOS

1 — Bajocien 25m
2 — Bathonien. 12m
3 — Callovien inférieur. Couches à *Macr. macrocephalus* . . 6m
4 — Callovien moyen. Couches à *Reineckeia anceps* 0m40
5 — Oxfordien inférieur. Calcaire oolithique à *Phylloceras tortisulcatum* 0m80
6 — Oxfordien moyen. Calcaire à *Per. plicatilis* 12m
7 — Oxfordien supérieur. Marnes à Ammonites pyriteuses. . 15m
8 — Rauracien. Calcaire marneux 10m
9 — Séquanien. Marnes et calcaire oolithique à Térébratules et Pectens 50m
10 — Crétacé inférieur. Marnes et grès versicolores 80m
11 — Cénomanien. Grès et calcaires à *Ostrea flabellata* . . . 60m

B. Coupe de Celada grande.

Echelle des hauteurs $\frac{1}{5.000}$; des longueurs $\frac{1}{15.000}$

50 mètres. La coupe suivante, qui va du plateau de Noguera à la Muela de San Juan, nous montre la disposition et la puissance des diverses zones dans les environs de Griegos et à Villar del Cobo.

Lorsqu'on suit le chemin de Noguera à Griegos, après avoir traversé les assises du Jurassique moyen figurées dans la coupe 32, page 120, on parcourt pendant plusieurs kilomètres un plateau couvert de sapins ou de maigres cultures et formé en grande partie par les calcaires marneux du Toarcien et les calcaires du Bajocien ramenés par une faille. A 2 kilom. au nord-est de Griegos, les couches s'inclinent vers le sud-ouest et peuvent facilement s'observer, grâce à plusieurs Celadas (cuvettes) creusées sur le bord du plateau ; la Celada grande, figurée dans la coupe 36, permet l'étude de toutes les assises comprises entre le Bajocien moyen et les calcaires à *Perisphinctes plicatilis*.

1-2. — Les calcaires du Jurassique moyen, qui affleurent au fond de la cuvette, se présentent avec les mêmes caractères pétrographiques et la même faune que ceux des environs de Noguerra (page 120, fig. 32).

Dans la Celada grande, en particulier, j'ai relevé la succession suivante ; (voir fig. 36, B).

3. — Sur le Bathonien supérieur reposent 6 mètres de calcaire blanchâtre, en bancs assez minces ; la faune de ces calcaires est celle du Callovien inférieur :

Macrocephalites macrocephalus Schl., très abondant.
Hecticoceras cf. *hecticum* Rein.
Perisphinctes Recuperoi Gemm.
» *variabilis* Lahusen

et nombreux *Perisphinctes* de la faune de Balin :

Perisphinctes furcula Neum.
» *evolutus* Neum.
» *Balinensis* Neum.

avec *Terebratula dorsoplicata* Suess, très abondante.

Un peu plus au nord, les assises à *Macrocephalites macrocephalus* forment la partie supérieure du plateau qui descend vers l'arroyo de Griegos ; il est alors facile de recueillir en très peu de temps de nombreux exemplaires des fossiles précédents, accompagnés des espèces suivantes :

Sphæroceras bullatum d'Orb.
» *microstoma* d'Orb.
Hecticoceras Girodi Bonarelli

Terebratula intermedia Sow.
Zeilleria hypocirta Desl.
» *pala* Buch
Rhynchonella Fischeri Rouil.
» *spathica* Lamk.
» *Royeriana* d'Orb.

4. — Le Callovien moyen est représenté par 0 m. 40 de calcaire marneux, très fossilifère dans la Celada grande et dans lequel j'ai recueilli :

Reineckeia anceps Rein.
» nov. sp.
Lunuloceras punctatum Stahl
» *pseudopunctatum* Lahusen
» *lunula* Zieten
» cf. *lunula* Zieten
» *Brighti* Pratt
» *metomphalum* Bonarelli
Strigoceras pustulatum Rein.
Perisphinctes subtilis Neum.
» *evolutus* Neum.
» cf. *Balinensis* Neum.
» cf. *curvicosta* Oppel
» cf. *Mosquensis* Fisch.
» cf. *subaurigerus* Teisseyre
» cf. *Rossiensis* Teisseyre
et nombreuses *Terebratula dorsoplicata* Suess
» *intermedia* Sow.
Zeilleria pala Buch
Rhynchonella spathica Lamk.

La présence de *Reineckeia anceps* me fait rapporter cette faune au Callovien moyen ; les *Lunuloceras* cités précédemment se trouvent dans le Callovien moyen et le Callovien supérieur, et les *Perisphinctes* présentent beaucoup d'analogies avec ceux de Balin et avec ceux qui proviennent des « Ornatenthone » du gouvernement de Rjasan [1].

5-6. — L'Oxfordien inférieur présente les mêmes caractères miné-

1. L. Teisseyre. — Ein Beitrag zur Kenntniss der Cephalopodenfauna der Ornatenthone im Gouvernement Rjasan (Russland) — *Sitzb. der K. Akad. der Wissensch.* Bd. LXXXVIII, 1883.
Lahusen. — Die Fauna der jurassischen Bildungen des Rjasanschen Gouvernements. — *Mém. Com. géol. Russie*, vol. I, 1883.

ralogiques et paléontologiques qu'à Jabaloyas; mais il est plus réduit, et sa puissance ne dépasse pas 20 centimètres. Il est surmonté par des calcaires blancs formant une partie du plateau qui descend vers la Muela; ces calcaires renferment *Perisphinctes plicatilis* et ses nombreuses variétés, associés à des formes caractéristiques des assises de Birmensdorf[1] :

Perisphinctes Birmensdorfensis Moesch
» cf. *consociatus* Buk.
» cf. *Michalskii* Buk.
Pholadomya acuminata Hartmann

7. — Les calcaires précédents supportent des marnes assez puissantes, bien développées près de la petite ferme qui se trouve à mi-chemin de Griegos à Villar del Cobo; elles forment la plaine cultivée de Griegos et se retrouvent entre Villar et Guadalaviar, où j'ai recueilli les mêmes Ammonites pyriteuses et les mêmes Bélemnites qu'à Jabaloyas.

8-9. — La partie supérieure de ces marnes devient plus calcarifère et représente vraisemblablement le Rauracien ; mais je n'ai trouvé aucun fossile dans ces dernières assises, qui reposent nettement sur l'Oxfordien supérieur et sont recouvertes par le Séquanien. Cet étage débute par des bancs de calcaire gréseux, puissants de 8 mètres et renfermant :

Terebratula subsella Leym.
» *bisuffarcinata* Zieten

Au-dessus viennent des marnes, avec intercalation de quelques bancs de grès, qui renferment d'assez nombreux *Pecten*.

Ces marnes supportent 25 mètres de grès et de calcaire oolithique, identique à celui qui, près de Calomarde, forme le plateau de Santa Barbara et renferme des radioles de *Cidaris glandifera*. Bien que je n'y aie trouvé aucun fossile près de Griegos, je n'hésite pas à synchroniser ces assises avec celles de Calomarde, à cause de leur identité de position stratigraphique et de faciès. C'est sur ces grès et ces calcaires qu'est bâti le village de Griegos.

Le Séquanien est recouvert par un ensemble puissant de sables et de marnes versicolores qui forment le pied de la Muela de San Juan et qui passent insensiblement aux assises cénomaniennes à *Ostrea flabellata ;* cette succession est identique à celle que j'ai

1. Bukowski. — Ueber die Jurabildungen von Czenstochau in Polen. — *Beitr. z. Pal. Œsterreich-Ungarns.* Bd. V.

signalée à Jabaloyas : dans les deux localités, l'absence de fossiles empêche d'indiquer avec précision la limite du Jurassique supérieur, que j'ai déjà placée provisoirement à la base des sables versicolores.

Montes Universales. — L'étude détaillée des environs de Jabaloyas et de Griegos me permettra de décrire très rapidement les différentes coupes du Jurassique supérieur que j'ai relevées dans les Montes Universales.

De Villar del Cobo à Guadalaviar, la succession est identique à celle que je viens d'indiquer entre le plateau de Noguera et la Muela de San Juan; dans les deux coupes, on retrouve les mêmes assises également puissantes, caractérisées par les mêmes faunes.

Le Jurassique supérieur est bien développé entre Villar del Cobo et Frias; la partie supérieure des collines qui s'étendent entre ces deux villages est formée par les grès et les calcaires oolithiques du Séquanien, identiques à ceux de Moscardon et renfermant quelques *Acteonina;* les calcaires rauraciens et les marnes à Ammonites pyriteuses sont constamment visibles de chaque côté du sentier qui réunit les deux villages; l'Oxfordien moyen et inférieur et le Callovien affleurent dans le profond ravin situé au nord de Las Casas.

La succession des divers étages jurassiques est plus nette encore entre Calomarde et Frias : j'ai relevé, entre ces deux villages, la coupe complète du Jurassique depuis les marnes irisées du Trias jusqu'au calcaire oolithique séquanien, avec horizons fossilifères le plus souvent assez riches.

Si l'on va de Toril à Terriente en suivant le vieux chemin, on observe un petit anticlinal local dont l'axe est formé par l'Oxfordien inférieur et dont le flanc septentrional montre un beau développement d'Oxfordien supérieur et de Rauracien; un lambeau crétacé, limité au sud et au nord par deux petites failles, interrompt la continuité des assises jurassiques que l'on observe de nouveau tout près de Terriente.

Le village de Toril est bâti au fond d'un barranco, sur les assises à *Macrocephalites macrocephalus*; ce ravin est d'ailleurs tout à fait semblable au barranco Canaleja et la coupe de Toril au Monte Jabalon est identique à celle des environs de Jabaloyas (coupe 34, page 130), mais montre de petites failles ramenant plusieurs fois les calcaires calloviens.

Le Jurassique supérieur est encore très développé au sud-ouest du Monte Jabalon, dans les environs d'Arroyo Frio, de Cañegral et d'Alobras ; ce dernier village est bâti sur les calcaires séquaniens à

Cidaris glandifera, qui forment le sommet du plateau s'étendant vers le sud-est; en descendant de ce plateau vers El Cuervo, construit sur les calcaires dolomitiques de l'Infralias, on observe encore la série jurassique complète.

Les calcaires séquaniens, avec les mêmes fossiles, se retrouvent plus au sud, aux villages mêmes de Veguillas et de El Royo ; une coupe E.-O., prise un peu au nord de cette dernière localité, rappelle trait pour trait celle du Monte Jabalon au ravin Canaleja (fig. 34), et si l'on descend du plateau de El Royo dans la vallée triasique de Salvacañete (province de Cuenca), on traverse encore toutes les assises jurassiques, présentant toujours la même succession, les mêmes faunes et les mêmes faciès.

Le Jurassique supérieur s'observe donc, avec des caractères constants, dans tout le haut plateau des Montes Universales.

Les eaux qui ont déposé les sédiments que je viens de décrire contournaient l'extrémité de la Chaîne Hespérique ; si le Jurassique supérieur est quelquefois caché par le Tertiaire, comme dans la vallée du Turia, nous le voyons réapparaître aux environs de Rubiales et de El Campillo, à l'est du massif ancien de Collado de la Plata. De Rubiales à ce massif ancien, la succession est identique à celle qu'on observe du massif ancien à Jabaloyas (voir fig. 31 et 34) ; la série jurassique est la même sur les deux flancs de l'anticlinal.

Le plateau jurassique de El Campillo est formé en grande partie par les calcaires calloviens; à 2 kilom. au N. O. de ce village, près du chemin qui conduit à Bezas, j'ai observé dans un petit ravin les calcaires à *Macrocephalites macrocephalus* et *Terebratula dorsoplicata*, recouverts par des débris de quartzites siluriens provenant de Collado de la Plata.

Sierra Javalambre. — Sur les assises bathoniennes décrites dans le chapitre précédent (page 123) repose une puissante masse de calcaires du Jurassique supérieur, bien développée aux environs de la Puebla de Valverde et de Sarrion.

La route de Teruel à Sarrion est établie, en grande partie, sur un plateau jurassique assez difficile à étudier à cause de la rareté des ravins ; mais, à 14 kilomètres environ de Teruel, près de Las Masadas del Puerto, un petit barranco m'a permis de relever la succession suivante :

1° Calcaires à *Perisphinctes plicatilis* d'Orb., *Per.* cf. *Airoldii* Gemm ;

2° Calcaires à *Peltoceras Fouquei* Kilian ;

3° Calcaires à *Oppelia* sp. et *Perisphinctes* voisins de ceux que

Gemmellaro[1] a décrits dans la zone inférieure de l'horizon à *Aspidoceras acanthicum* de Sicile.

Le plateau de Sarrion, et particulièrement les environs de la Hoya de la Caridad, montrent un beau développement du Callovien et de l'Oxfordien, très bien décrits par M. de Cortázar, qui y signale la présence de *Macrocephalites macrocephalus*, *Reineckeia anceps*, *Lunuloceras lunula*, *Perisphinctes Backeriæ*, *Per. plicatilis* (espèces que j'ai toutes retrouvées dans l'un de mes voyages). Le même auteur a suivi ces calcaires jusque sur les bords des rios Arcos et Abentosa et y a recueilli la même faune. La série se termine par des marnes feuilletées et des grès kimeridgiens, où de Verneuil, Collomb et de Lorière ont trouvé : *Ceromya excentrica* Agass., *Natica elegans* Sow., *Pholadomya Protei* Defr.

Les mêmes assises se retrouvent, beaucoup plus au nord, dans les Sierras de San Jaime et Escorihuela ; l'Oxfordien et le Rauracien fossilifères sont surmontés par des calcaires et des grès micacés à *Ceromya excentrica* Agass. et *Pinnigena Saussurei* d'Orb.[2].

Sierra Palomera. — J'ai observé une succession complète du Jurassique supérieur aux environs de Camañas. Si l'on prolonge vers l'est la coupe de la rambla El Salto (fig. 27), on voit, au-dessus des calcaires du Jurassique moyen que j'ai décrits précédemment (page 123) :

1° Des poudingues et des marnes rouges miocènes qui, à la Virgen del Castillo, reposent horizontalement sur le Jurassique redressé et sont bien visibles dans le Barranco rubio.

2° Les calcaires du Jurassique supérieur formant un plateau couvert d'arbustes et peu facile à étudier par suite de l'absence de ravins ; j'y ai cependant trouvé un certain nombre de fossiles parmi lesquels je citerai *Macrocephalites macrocephalus*, quelques *Perisphinctes plicatilis* et des radioles de *Cidaris glandifera* ; les assises séquaniennes sont très développées à l'ouest de Camañas.

Sierra Menera. — Les calcaires bathoniens d'Ojos Negros (coupe 29, page 107) sont surmontés par le Callovien, bien visible à l'est du village et renfermant : *Sphæroceras bullatum* d'Orb., *Perisphinctes furcula* Neum., *Terebratula dorsoplicata* Suess. Ces assises sont recouvertes par des calcaires sensiblement horizontaux, qui s'étendent jusqu'à la route de Monreal à Molina de Aragon ; dans les

1. Gemmellaro. — Sopre alcune faune giurese e liasiche della Sicilia, p. 173.
2. De Verneuil in d'Archiac. — Histoire des progrès de la géologie, t. VII, p. 193.

murs qui bordent les sentiers, j'ai recueilli des *Perisphinctes* du groupe du *Per. plicatilis* et quelques Brachiopodes oxfordiens : *Terebratula* cf. *Castellensis* Douv., *Ter. bicanaliculata* Schl. Le Rauracien et les étages supérieurs paraissent manquer dans la région ; les grès calcarifères à *Ostrea flabellata* reposent directement sur l'Oxfordien aux environs de Pozuel ; si l'on prolongeait vers le nord-est la coupe précédente, on retrouverait le Callovien et les assises signalées près d'Ojos Negros.

II. — CHAINE IBÉRIQUE

Le flanc méridional de l'anticlinal d'Ariño est formé par les calcaires jurassiques, assez faciles à étudier le long des berges du Rio Martin. Près de la Venta de San Pedro, au-dessus du Jurassique moyen que j'ai signalé dans le chapitre précédent (p. 124), j'ai relevé la succession suivante (voir fig. 42, page 163) :

1° Calcaire ferrugineux à *Macrocephalites macrocephalus* Schl., et *Perisphinctes furcula* Neum.

2° Calcaire un peu marneux à *Reineckeia anceps* Rein., et *Lunuloceras lunula* Ziet.

3° Calcaire dur, compact, avec *Perisphinctes* cf. *Michulskii* Buk., *Per.* cf. *Wartæ* Buk. et nombreux *Perisphinctes* indéterminables rappelant les formes décrites par M. Bukowski.

4° Calcaire blanchâtre, se divisant en plaquettes et renfermant de nombreux *Perisphinctes plicatilis* et ses variétés.

Ces dernières assises forment la partie supérieure des parois de la Sima de San Pedro. Elles sont surmontées directement par les sables et les marnes à *Ostrea flabellata ;* la grande transgression cénomanienne a recouvert le Rauracien et les étages supérieurs.

Un peu plus au nord, aux environs de Herrera, ces mêmes étages disparaissent sous les poudingues et les marnes tertiaires de la vallée de l'Ebre; les calcaires siliceux sub-bréchoïdes à *Mytilus subpectinatus* présentent à peine quelques petits affleurements à l'ouest du chemin de Herrera à Villar de los Navarros.

Mais c'est plus à l'est, dans l'anticlinal de Calanda, que le Jurassique supérieur est le mieux développé et le plus complet. Dans cette région, j'ai déjà signalé l'existence d'un anticlinal dont l'axe triasique est visible tout près de Calanda et dont le flanc septentrional est effondré et recouvert par les sédiments tertiaires de la vallée de l'Ebre ; le flanc méridional montre une belle succession

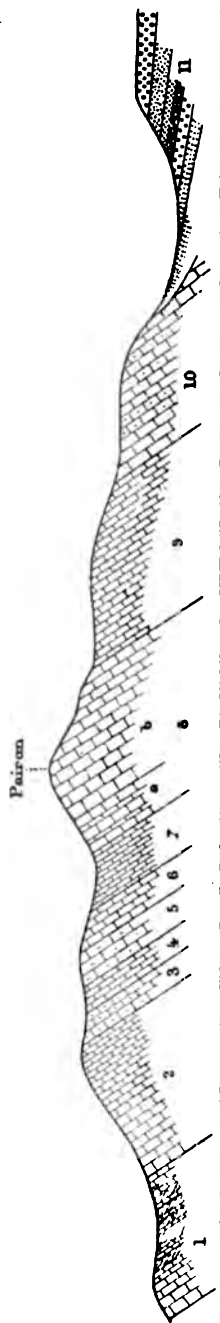


Fig. 37. — Coupe prise entre Torrevelilla et La Ginebrosa.

1 — Charmouthien et Toarcien.
2 — Bajocien et Bathonien . . . . 18 m.
3 — Callovien inférieur . . . . 3 m.
4 — Callovien moyen . . . . 3 m.
5 — Oxfordien inférieur . . . . 4 m.
6 — Oxfordien supérieur . . . . 4 m.
7 — Rauracien . . . . 6 m.
8 — Séquanien — *a*) Couches à *Per. polyplocus* . . . . 5 m.
b) » à *Aspidoceras*. . . . 16 m.
9-10 — Kimeridgien . . . . 35 m.
11 — Tertiaire.
Longueur approximative de la coupe : 1 kilomètre.

des assises jurassiques et j'ai représenté, sur la coupe ci-contre (fig. 37), les différentes zones, supérieures au Charmouthien, qui affleurent le long du chemin de Torrevelilla à La Ginebrosa.

1-2. — Les calcaires marneux et les marnes fossilifères du Charmouthien et du Toarcien sont recouverts par les calcaires du Jurassique moyen se présentant, comme je l'ai indiqué plus haut (page 124), avec les mêmes caractères paléontologiques et pétrographiques que dans tout le Sud de l'Aragon.

3. — Sur les calcaires du Bathonien supérieur à *Oppelia aspidoides* reposent 3 mètres de calcaire ferrugineux renfermant :

Macrocephalites macrocephalus Schl.
Sphæroceras microstoma d'Orb.
Terebratula dorsoplicata Suess
Rhynchonella spathica Lamk.

4. — Le Callovien moyen, puissant de 3m environ, est représenté

par des calcaires en bancs assez minces, qui m'ont fourni les espèces suivantes :

Reineckeia anceps Rein.
Lunuloceras lunula Zieten
Perisphinctes cf. *Balinensis* Neum.
Perisphinctes cf. *Jupiter* Steinmann
Terebratula dorsoplicata Suess

5. — Sur ces assises reposent 4 mètres de calcaire blanchâtre, fissile, représentant l'Oxfordien inférieur et renfermant :

Aspidoceras perarmatum Sow.
Perisphinctes plicatilis d'Orb.

6. — L'Oxfordien supérieur est beaucoup plus fossilifère; son faciès pétrographique est le même que celui de la zone précédente, mais sa faune est caractérisée par de nombreuses Ammonites :

Ochetoceras canaliculatum v. Buch
Perisphinctes plicatilis d'Orb.
» *Lucingensis* Favre
» cf. *Pralairei* Favre
» cf. *Wartæ* Buk.
Rhynchonella farcinata Douv.

et nombreux *Spongiaires* occupant le même niveau qu'à Jabaloyas.

7. — Les assises oxfordiennes supportent 6 mètres de calcaire plus marneux, formant une petite dépression généralement cultivée. Je n'y ai trouvé aucun fossile entre Torevelilla et La Ginebrosa; mais plus à l'est, vers El Desierto, cette zone m'a fourni plusieurs exemplaires d'*Ochetoceras Marantianum* d'Orb.

8. — Le Rauracien est surmonté par plus de 20 mètres de calcaires séquaniens, très riches en fossiles. A la base, j'ai observé 5 mètres de calcaire blanchâtre, se présentant en bancs réguliers de 40 centim. séparés par de petits lits moins compacts; j'ai recueilli à ce niveau:

Perisphinctes polyplocus Rein., très abondant.
» *lictor* Font., abondant.
» *Lothari* Opp.
» *pseudo-lictor* Choffat
Neumayria trachynota Opp.
Terebratula Zieteni de Loriol
» *bisuffarcinata* Zieten
Rhynchonella triloboides Qu.

La faune de ces assises séquaniennes est surtout caractérisée par la très grande abondance des *Perisphinctes* du groupe de *Per. polyplocus*.

Ces *Perisphinctes* disparaissent complètement dans les calcaires supérieurs, qui sont plus compacts et qui renferment les espèces suivantes :

Aspidoceras tenuispinatum Font.
» cf. *Altenense* d'Orb.
» *acanthicum* Opp.
Oppelia cf. *acallopista* Font.
Perisphinctes cf. *thermarum* Opp.

Les *Aspidoceras* sont relativement nombreux dans cette zone; la plupart des Ammonites que je viens de citer se retrouvent à la partie supérieure des calcaires de Crussol [1]; les assises à *Aspidoceras* de La Ginebrosa représentent donc vraisemblablement la partie tout à fait supérieure de la zone à *Oppelia tenuilobata* et peut-être la base du Kimeridgien.

Quoi qu'il en soit, la description précédente montre que le Séquanien est très développé et très riche en fossiles dans la bordure jurassique du bassin de l'Ebre.

9-10. — Les assises supérieures, puissantes d'environ 35 mètres, ne sont pas fossilifères; à la base, on observe 20 mètres de calcaire compact, siliceux, dont les bancs sont inclinés de 55° vers le sud : c'est à ce niveau qu'est creusée la grande grotte dite « Grotte des Maures »; les calcaires supérieurs sont un peu ferrugineux et renferment quelques bancs de calcaire gréseux; ils sont recouverts par les poudingues et les marnes rouges tertiaires, dont les assises sont à peine inclinées vers La Ginebrosa. Ces calcaires jurassiques non fossilifères représentent vraisemblablement le Kimeridgien, et peut-être le Portlandien.

La coupe que je viens de décrire montre que le Jurassique supérieur est aussi bien développé dans la Chaîne Ibérique que dans les Montes Universales; si le Callovien, l'Oxfordien et le Rauracien paraissent moins fossilifères, par contre la faune séquanienne est très riche en Ammonites; cette faune est caractérisée par l'absence totale de formes appartenant aux genres *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Simoceras* et *Waagenia*, propres à la région méditerranéenne mais extrêmement rares dans le Séquanien du Jura suisse

1. Fontannes. — Description des Ammonites des calcaires du château de Crussol. 1879.

et allemand ; il y a là un nouveau rapprochement à signaler entre cette dernière région et le Sud de l'Aragon qui, à l'époque du Jurassique supérieur, faisaient partie de la même province désignée parfois sous le nom de *province jurassienne.*

Comparaison du Jurassique supérieur du Sud de l'Aragon avec celui des régions voisines.

Il est difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de comparer les différents termes du Jurassique supérieur que je viens de décrire avec ceux des autres régions de la Péninsule ; dans les diverses monographies locales, en effet, tous ces étages ont été réunis sous le nom d'Oxfordien ou de groupe oolithique ; mais les fossiles décrits ou cités par les géologues espagnols, et en particulier par MM. Mallada et de Cortázar, montrent que le Callovien et l'Oxfordien sont bien représentés sur le bord oriental de la Meseta et sont partout caractérisés par les Céphalopodes que j'ai trouvés dans la région d'Albarracin.

Au nord de la Chaîne Ibérique, dans la province de Burgos, M. Larrazet [1] a signalé un beau développement de Callovien inférieur et moyen, avec une faune identique à celle du Sud de l'Aragon ; mais les étages supérieurs n'y sont pas représentés ou sont recouverts par le Crétacé inférieur, qui repose sur la zone à *Reineckeia anceps ;* d'après M. Larrazet, la province de Burgos aurait été émergée depuis le début du Callovien supérieur jusqu'à la fin de la période jurassique. L'émersion aurait été très longue dans cette province, tandis qu'aux environs de Teruel le Callovien supérieur seul paraît faire défaut ; toutefois l'existence de cette dernière zone sur le bord oriental de la Meseta est indiquée par la découverte du *Peltoceras athleta,* signalé par M. Mallada [48] aux environs de Frias et de Torrevelilla, mais recueilli probablement par Vilanova, dont les déterminations, comme je l'ai déjà indiqué, sont sujettes à revision.

Les travaux de M. Choffat ont montré que le Callovien est bien développé sur le bord occidental de la Meseta et y présente ses trois subdivisions classiques, avec la faune de l'Europe occidentale. Mais, au nord du Tage, le Malm portugais est en majeure partie composé de sédiments terrigènes indiquant un retrait de la mer vers le

1. Larrazet. — Loc. cit.

sud[1] : les conditions de dépôt et les fossiles du Lusitanien et du Néo-Jurassique de cette région septentrionale sont différents de ceux que j'ai signalés dans la province de Teruel. Au sud du Tage, dans l'Algarve, le Lusitanien inférieur[2] (Oxfordien et Rauracien) est caractérisé par une faune à faciès méditerranéen, qui, à l'époque séquanienne, fait place à une faune toute différente, présentant beaucoup d'analogies avec celle des environs de Jabaloyas et caractérisée par *Terebratula Zieteni*, *Cidaris* cf. *glandifera*, Encrines et Polypiers siliceux.

Le faciès méditerranéen se retrouve plus constant et beaucoup mieux développé dans les Chaînes Subbétiques, où il a été très bien étudié par MM. Bertrand et Kilian[3]; si les assises inférieures à la zone à *Perisphinctes transitorius* sont pauvres en fossiles, le Tithonique, par contre, renferme une faune très riche avec nombreux *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Simoceras* et *Perisphinctes*.

Les courants alpins du Sud de l'Andalousie passaient sur l'emplacement actuel des Baléares, comme l'ont montré les travaux de Hermite et de M. Nolan, mais ils ne pénétraient pas dans le royaume de Valence. Coquand [4], en effet, dès 1867, a montré l'existence de la série suivante dans les Atalayas de Chisvert :

1° Oxfordien non fossilifère.

2° Corallien renfermant à sa partie supérieure *Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*.

3° Calcaire magnésien à Polypiers.

4° Calcaire lithographique non fossilifère.

5° Argiles, marnes et calcaires kimeridgiens à *Ostrea virgula*, *Ost. Bruntrutana*.

6° Calcaire lithographique portlandien.

Bien que cette série soit peu fossilifère, la présence du Rauracien et du Kimeridgien est indiscutable dans la province de Castellon de la Plana, à 75 kilomètres environ au sud-est de La Ginebrosa, dont j'ai donné la coupe précédemment. Plus au sud, à Abejuela, à la limite des provinces de Valence et de Teruel, et à Sot, près de Valence, M. Choffat [5] cite la présence des fossiles suivants, qui lui

1. Choffat. — Coup d'œil sur les mers mésozoïques du Portugal. — Loc. cit.

2. Choffat. — Recherches sur les terrains secondaires au sud du Sado. — *Communicações da Commissao dos trabalhos geologicos de Portugal*. T. I, fasc. II.

3. Bertrand et Kilian. — Mission d'Andalousie : étude sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga.

4. Coquand. — Sur l'existence des étages corallien, kimeridgien et portlandien dans la province de Castellon de la Plana. — *B. S. G. F.*, 2e sér., t. XXIV, p. 462.

5. *Annuaire géologique universel*, t. IV, p. 616, 1888.

ont été communiqués par Vilanova : *Peltoceras bimmammatum, Ochetoceras Marantianum, Aspidoceras liparum*, etc. ; le Rauracien et le Séquanien fossilifères existent donc certainement au sud-est de la province de Teruel ; la mer du Jurassique supérieur recouvrait l'Aragon et le royaume de Valence, qui appartenaient à la même *zone extra-alpine*.

L'Aquitaine faisait aussi partie de la même province jurassique, comme le montrent les travaux de M. Glangeaud [1]. Au nord de La Rochefoucauld, les calcaires marneux du Callovien et de l'Oxfordien renferment une faune très riche, dont les Ammonites et les Brachiopodes se retrouvent presque tous dans les Montes Universales ; les seules différences importantes qui existent entre ces deux régions sont : 1° la présence, en Aquitaine, du Callovien supérieur, fossilifère, à *Peltoceras athleta* ; 2° l'absence sur le bord du Plateau Central, de la zone à *Trochus impressæ*. Le même parallélisme s'étend d'ailleurs aux époques rauracienne et séquanienne, dont les faunes présentent de nombreuses espèces communes dans les deux régions, avec l'absence complète des Ammonites caractéristiques de la province méditerranéenne.

Les mêmes conclusions peuvent s'appliquer à la bordure jurassique du Bassin de Paris, et dans son travail M. Glangeaud a beaucoup insisté sur les analogies qui existent entre ce bassin et la région qu'il a si bien décrite.

Mais c'est avec le Jura de la Souabe et de l'Argovie que les assises du Sud de l'Aragon présentent les plus grandes affinités. Dans ces deux régions si éloignées, la succession des faunes, à partir de l'Oxfordien, est identiquement la même, comme je l'ai déjà indiqué à plusieurs reprises. J'ai trouvé dans les Montes Universales un très grand nombre d'espèces décrites par Quenstedt et caractéristiques du « Jura brun » et de la partie inférieure du « Jura blanc ». Les faciès pétrographiques, eux aussi, sont souvent identiques dans les deux contrées, où les conditions de dépôt étaient certainement les mêmes pendant l'Oxfordien, le Rauracien et le Séquanien. A l'époque du Jurassique supérieur, comme l'avait déjà indiqué Neumayr en 1885, la région de Teruel faisait donc partie de la région extra-alpine ou jurassique, qui contournait toute la Meseta et s'étendait sur une grande partie de l'Europe occidentale.

1. GLANGEAUD. — Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central. — *Bull. Serv. Carte géol.*, t. VIII, n° 50, 1895.

VIII

CRÉTACÉ

Pendant une grande partie de la période crétacée, tout le Sud de l'Aragon était recouvert par la mer; les sédiments de cette époque couronnent en effet les plateaux les plus élevés, dans l'axe même de la Chaîne Hespérique, et si la plupart de ces sédiments ont été enlevés par l'érosion, les calcaires cénomaniens de la Muela, de San Juan et du Monte Jabalon restent les témoins de la grande extension de la mer crétacée, qui s'étendait sur tout l'emplacement actuel des Montes Universales.

La Chaîne Ibérique, d'autre part, est bordée à l'ouest par un vaste plateau cénomanien, qui peut se suivre des environs de Monreal del Campo jusque dans la province de Soria ; plus à l'est, une bande crétacée, dont la puissance atteint 100 mètres, borde de chaque côté l'anticlinal dévonien de Segura et de Montalban. Ces dernières assises se relient à un grand système crétacé qui couvre une partie des provinces de Teruel et de Castellon de la Plana et dont la superficie dépasse certainement 5000 kilom. carrés. J'ai peu étudié cette dernière région, que je n'ai parcourue qu'une seule fois dans toute sa largeur et dont je ne pourrais donner qu'une esquisse nécessairement fort incomplète.

Je me bornerai donc à la description des lambeaux qui bordent directement les Chaînes Ibérique et Hespérique ou qui se trouvent dans l'axe même de ces deux cordillères.

Historique

Les premiers renseignements précis que nous ayons sur les assises crétacées que je vais décrire sont dus à de Verneuil et à ses collaborateurs. En 1852, de Verneuil et Collomb [61] montraient

que les plateaux les plus élevés de la région d'Albarracin sont couronnés par des sables et des calcaires blanchâtres, dont les faunes rappellent celles du grès vert de France et de la craie tuffeau. L'année suivante, de Verneuil et de Lorière [**64**] étudiaient la Chaîne Ibérique et signalaient l'existence du Crétacé : 1° dans sa bordure occidentale, aux environs de Torralba ; 2° dans La Rocha, près de Montalban et de Segura. La découverte de quelques exemplaires de *Lychnus* engagea de Verneuil et Lartet à visiter de nouveau ces dernières localités, et en 1863 [**68**] ils étudièrent avec beaucoup de soin le Néocomien des environs d'Obon et les calcaires à *Lychnus* de Segura, qu'ils considéraient, d'ailleurs comme tous les géologues de cette époque, comme appartenant à l'Eocène lacustre. Enfin, en 1868, dans leurs Matériaux pour la paléontologie de l'Espagne, de Verneuil et de Lorière [**69**] précisèrent la succession des diverses assises qui constituent l'Urgonien et l'Aptien aux environs d'Utrillas et de Montalban.

Le Crétacé de la région d'Utrillas était étudié, à peu près à la même époque, par Coquand ; dans sa monographie de l'étage aptien de l'Espagne [**22**] et dans sa description du Crétacé de la province de Teruel [**24**], il décrivit avec soin la géologie des bassins lignitifères d'Utrillas et des environs, et arriva sensiblement aux mêmes conclusions que de Verneuil et ses collaborateurs.

Le mémoire de Vilanova sur la province de Teruel [**72**] ne modifia pas sensiblement la connaissance que l'on avait du Crétacé de la région, et la longue liste de fossiles donnée par l'auteur nous montre uniquement que le Néocomien et l'Aptien sont souvent très fossilifères.

L'esquisse géologique de M. de Cortàzar [**27**] est beaucoup plus complète ; si le savant ingénieur espagnol n'ajoute que peu de faits vraiment nouveaux à l'ensemble des résultats stratigraphiques et paléontologiques dus aux géologues français, du moins il précise l'extension des affleurements, leur constitution pétrographique et leur rôle dans l'orographie de la région ; il décrit avec beaucoup de détails l'Urgo-Aptien, le Cénomanien et le Danien qui, pour lui, sont les seuls étages qui existent dans la région, dont l'immersion par la mer crétacée se serait faite lentement, du sud-est vers le nord-ouest.

Dans son travail sur les environs d'Albarracin [**18**], Leandro Calvo rapporte au Crétacé inférieur les assises terminales du Jurassique, mais indique, avec raison, la présence du Cénomanien au Monte Jabalon et aux environs de Terriente.

L'étude la plus complète qui ait été publiée sur le Sud de la Chaîne Ibérique, est due à D. Pedro Palacios [51]; ce savant géologue décrivit très minutieusement la bande crétacée qui limite à l'ouest la Sierra de Santa Cruz et qui s'étend depuis Blancas jusque dans la plaine de Soria, et montra qu'elle est constituée en grande partie par le Cénomanien souvent fossilifère.

Distribution du Crétacé

I. Chaîne Hespérique. — Les plus hauts plateaux des Montes Universales, comme je l'ai déjà indiqué précédemment, sont couronnés par des grès et des calcaires cénomaniens, dont les assises sont sensiblement horizontales [1].

J'ai figuré sur la carte (Pl. II) les plus importants de ces plateaux, qui sont :

1° La Muela de San Juan (1870 mètres), entre Griegos et Guadalaviar;

2° Le Monte Jabalon (1692 mètres), entre Jabalon et Cañegral;

3° La Mesa de los tres Reinos, aux environs de El Royo, aux confins des anciens royaumes de Castille, d'Aragon et de Valence.

Il serait très facile, avec une bonne carte topographique de la région, de limiter très exactement ces divers affleurements ; mais en l'absence de toute carte, j'ai dû les indiquer d'une manière approximative ou même schématique. C'est ainsi qu'entre Jabaloyas et Cañegral, j'ai figuré un grand plateau crétacé ; en réalité ce plateau n'est pas continu, il est coupé par deux grands ravins que je n'ai pas indiqués faute de renseignements précis, et au fond desquels affleure le Jurassique supérieur.

Les plateaux crétacés de Terriente et de Moscardon sont moins élevés ; ils sont limités par des failles,qui font le plus souvent buter le Gault contre l'Oxfordien.

Le Cénomanien est assez bien développé à l'est de la Chaîne Hespérique, aux environs de Villel, entre ce village et Villastar.

II. Chaîne Ibérique. — La Sierra de Santa Cruz est bordée à l'ouest par un grand plateau crétacé rappelant, par sa forme et sa constitution géologique, ceux que j'ai signalés dans les Montes

1. L'horizontalité de la partie supérieure de ces plateaux ordinairement peu étendus, et à bords souvent abrupts, leur a valu le nom de *Muela* (tertre) ou de *Mesa* (table).

Universales, mais d'une superficie beaucoup plus considérable; il s'étend en effet de Blancas (province de Teruel) à Sisamon et Ibdes (province de Saragosse), avec une largeur moyenne de 15 kilomètres, et se poursuit, comme l'a montré M. Palacios, jusqu'au-delà de Deza, dans la province de Soria.

De Armillas à Cucalon, j'ai observé un très beau développement de Crétacé supérieur, formant le plateau désigné ordinairement sous le nom de *La Rocha*.

Le Crétacé est très développé au sud et à l'est de Montalban; j'ai figuré, sur la carte (Pl. I), les assises qui, aux environs de Castel de Cabra, Obon, Josa et Alacon, viennent s'appuyer sur le Jurassique décrit dans les chapitres précédents; mais ces assises se poursuivent vers le sud et occupent une partie des provinces de Teruel et de Castellon de la Plana que je ne décrirai pas dans ce travail.

Descriptions locales

CHAÎNE HESPÉRIQUE. — Je commencerai l'étude du Crétacé par la description du Monte Jabalon. La coupe suivante, passant par Jabaloyas et faisant suite à celles que j'ai figurées pages 117 et 130, nous montre la disposition et le faciès des assises crétacées dans les hauts plateaux des Montes Universales.

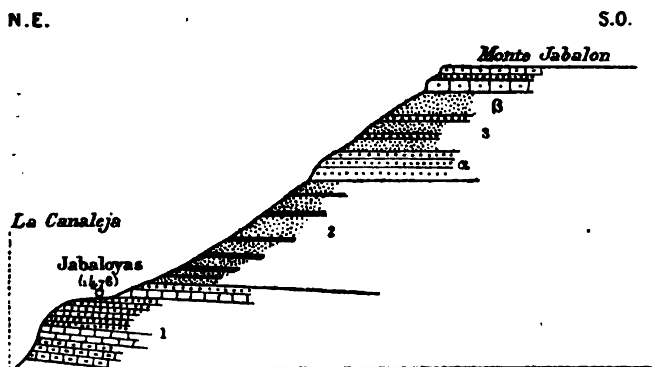


Fig. 38. — COUPE DU MONTE JABALON

1 — Jurassique supérieur. Kimeridgien ?
2 — Marnes et sables du Gault non fossilifère (100 m.).
3 — Grès et sables du Cénomanien (100 m.).

Sur les calcaires et les grès à *Ostrea* cf. *Bruntrutana*, qui terminent le Jurassique supérieur, repose une puissante masse de marnes, de

sables grossiers avec galets de quartz et de grès quelquefois blanchâtres mais souvent colorés en rouge par les oxydes de fer (2); les marnes dominent à la base et les sables versicolores à la partie supérieure. Ces assises ne sont pas fossilifères; toutefois, dans les bancs les plus élevés, j'ai trouvé quelques exemplaires d'*Ostrea flabellata* ou d'une forme très voisine; mais à 15 kilom. au nord-ouest, dans des assises occupant la même position stratigraphique, j'ai recueilli des fossiles caractéristiques du Gault, qui me permettent de fixer l'âge de ces sables : la base représente l'Albien et la partie supérieure doit être rapportée au Cénomanien.

Les assises du Gault sont surmontées par des grès et des sables nettement cénomaniens (3), renfermant de nombreuses Huîtres, abondantes surtout dans les bancs α et β de la coupe qui m'ont fourni la faune suivante :

Ostrea flabellata d'Orb.,

représentée par quelques exemplaires typiques et par de nombreuses variétés, dont quelques-unes rappellent *Ostrea Boussingaulti* d'Orb.

Ostrea cf. *pseudo-africana* Choffat
» *lignitarum* Coquand
Periaster sp.

L'*Ostrea flabellata* et ses variétés se trouvent dans tout l'ensemble des grès et des sables, jusqu'à la partie supérieure du plateau formée par une assise de calcaire dur.

La coupe de la Mesa de los tres Reinos, près de El Royo, et celle de la Muela de San Juan (voir page 138), sont identiques à celle du Monte Jabalon; toutefois, dans cette dernière localité, les assises du Gault et du Cénomanien sont moins puissantes qu'à Jabaloyas, et à la partie supérieure des sables aptiens j'ai observé un banc de marne assez puissant, qui forme le niveau d'eau alimentant les fontaines de Griegos.

L'étude des hauts plateaux calcaires de la région d'Albarracin conduit donc aux résultats suivants :

1° La base du Crétacé inférieur manque dans la région. Les Montes Universales ont dû être émergés à la fin du Jurassique et au début du Crétacé et ils n'ont été recouverts par la mer qu'au moment de la grande transgression du Gault.

Cette transgression s'est faite de l'est vers l'ouest, puisque la mer néocomienne couvrait une partie du royaume de Valence et les districts de Mora et d'Aliaga, à l'est de la province de Teruel.

2° Le Cénomanien est représenté par un *faciès à Ostracées*, qui se retrouve identique dans toute la Chaîne Hespérique et, comme je l'indiquerai plus loin, dans le Sud de l'Aragon.

La série fossilifère est plus complète aux environs de Terriente, comme le montre la coupe prise entre Moscardon et le Moulin de Molina, le long du chemin qui conduit à Terriente (fig. 39).

Les assises crétacées, qui viennent buter par faille contre les calcaires du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur de Moscardon, présentent la succession suivante :

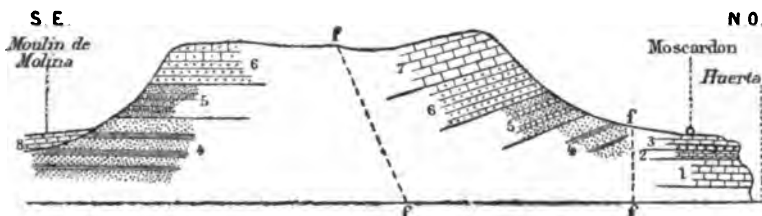


Fig. 39. — COUPE DE MOSCARDON AU MOULIN DE MOLINA

1 — Bathonien ; 2 — Callovien ; 3 — Oxfordien.
4 — Marnes et sables du Gault.
5-6 — Sables et grès cénomaniens.
7 — Grès calcarifère du Turonien ?
8 — Tuf pléistocène.

Contre l'Oxfordien fossilifère viennent s'appuyer des marnes et sables rouges (4), identiques à ceux de la base du Monte Jabalon, occupant la même position stratigraphique et renfermant :

Ostrea prælonga Sharpe
» *falco* Coq.

Ces fossiles se retrouvent en Portugal et en Algérie, dans la région du Seressou et du Lehou, où M. Welsch [1] a montré qu'ils caractérisaient le Gault. La base du Monte Jabalon appartient donc à l'Albien, et la grande transgression crétacée dans les Montes Universales a commencé à la fin du Crétacé inférieur.

Le Gault est surmonté par des sables et grès cénomaniens (5-6) à nombreuses *Ostrea flabellata* ; la partie supérieure est plus calcarifère, comme au Monte Jabalon.

1. WELSCH. — Les terrains crétacés du Seressou occidental et du Lehou (Département d'Oran, Algérie). — *B. S. G. F.*, 3e sér., t. XVIII, 1890.

Le sommet du plateau est formé par un calcaire un peu gréseux, se présentant en lits assez minces; je n'ai trouvé aucun fossile dans cette zone, que de Verneuil rapportait à la craie tuffeau caractérisée par *Hemiaster Fourneli* et *Diadema Roissyi*.

Je n'ai observé nulle part d'assises plus récentes ; les étages supérieurs existaient peut-être dans la région et alors ils auraient été enlevés par l'érosion ; mais ce fait que les plateaux sont généralement terminés par les calcaires immédiatement supérieurs au Cénomanien à *Ostrea flabellata*, sans jamais présenter aucun témoin du Turonien supérieur, du Sénonien et du Danien, me fait supposer que la région était émergée pendant toute la fin de la période crétacée.

En continuant la coupe vers le sud-est, on trouverait la suite du même plateau crétacé, dont les différentes assises viennent encore buter par faille contre le Jurassique de Terriente.

La petite vallée du Moulin de Molina est en partie recouverte par les alluvions et par un tuf calcaire avec nombreuses empreintes de feuilles et de racines.

Le Crétacé affleure dans la vallée du Guadalaviar, au nord de Villel: une coupe prise entre ce village et Villastar montrerait la succession suivante :

1° Marnes irisées triasiques bien visibles au pont de Villel, à la sortie du village;

2° Grès blanc, sables et lits d'arkoses avec *Ostrea Boussingaulti*;

3° Calcaire gréseux et grès à *Ostrea flabellata* et variétés ; les bancs fossilifères affleurent le long de la nouvelle route, à 12 kilomètres 1/2 au sud de Teruel;

4° Poudingues tertiaires de la vallée du Guadalaviar.

Ces assises crétacées sont visibles sur 3 kilomètres environ, le long de la route de Villel à Teruel; elles ne sont pas horizontales, comme toutes celles que nous avons étudiées jusqu'à présent, mais elles se sont inclinées vers le nord lors de l'affaissement qui a donné naissance au bassin tertiaire de Teruel.

II. Chaîne Ibérique. — Nous retrouvons les mêmes sédiments, avec la même faune, dans le plateau crétacé qui borde à l'ouest la chaîne ancienne d'Atea. Les grès calcarifères à *Ostrea Boussingaulti* affleurent au nord de Pozuel, le long de la route de Monreal del Campo à Molina de Aragon.

La coupe des environs de Cubel (fig. 18, page 74) nous montre

la disposition générale de ces assises ; sur les calcaires dolomitiques du Jurassique inférieur reposent :

1° Des grès blancs à grain grossier, avec lits d'arkoses, identiques à ceux des Montes Universales et représentant le Gault;

2° Des grès calcarifères et des sables à Ostracées, renfermant quelques échantillons typiques d'*Ostrea flabellata.* — M. Pedro Palacios [51] cite à ce niveau : *Janira quinquecostata* d'Orb., *Ostrea columba* Lamk., *Orbitolina concava* Lamk.;

3° La partie supérieure du plateau est souvent formée par un calcaire plus dur, dans lequel je n'ai trouvé aucun fossile; M. Palacios a recueilli dans la région quelques exemplaires de *Hemiaster Fourneli* Desor et *Arca Archiaciana* d'Orb., qui proviennent vraisemblablement de cette assise.

Cette rapide description montre que le plateau de Cubel offre les analogies les plus frappantes avec ceux des environs d'Albarracin; les deux régions ont été recouvertes par la mer au moment de la grande transgression du Gault et du Cénomanien et étaient probablement émergées à partir du Sénonien.

Pour observer la série complète et très bien développée du Crétacé supérieur, il faut aller plus à l'est, dans la Sierra de Cucalon et dans La Rocha; le plateau qui s'étend de Segura à Cucalon est en effet formé presque entièrement par les dépôts du Crétacé supérieur, comme me l'ont montré des coupes prises aux extrémités de La Rocha, au Morron de Badenas et le long du chemin de La Hoz à Segura. La coupe suivante (fig. 40), relevée entre Anadon et Allueva, donne la succession complète des différentes zones fossilifères de la région.

1-2. — Le Muschelkalk et les marnes irisées triasiques sont bien développés près du village même d'Anadon et supportent directement le Crétacé.

3. — Sables micacés et ferrugineux avec quelques lits plus marneux, puissants de 30 mètres environ. Ces sables présentent le même faciès pétrographique que les assises du Gault à *Ostrea prælonga* et *Ostrea falco*; mais je n'ai trouvé à Anadon aucun de ces fossiles.

4. — Grès calcarifère à nombreuses *Ostrea flabellata* et Huîtres de grande taille, voisines de *Ostrea pseudo-Africana* Choff.; ces dernières sont particulièrement abondantes dans les bancs de la partie supérieure; j'en ai recueilli de nombreux exemplaires dans le talus qui borde le chemin d'Anadon à Maicas, un peu avant d'arriver au

sommet du plateau, et dans les escarpements du Morron de Badenas. Cette zone se termine par des calcaires en plaquettes, épais d'environ 5 mètres, dont quelques bancs sont couverts d'empreintes de *Corbis*, de *Lucina*, etc., spécifiquement indéterminables.

5. — Le sommet de la Rocha est formé par 50 mètres environ de calcaire dur, compact, dans lequel je n'ai trouvé aucun fossile.

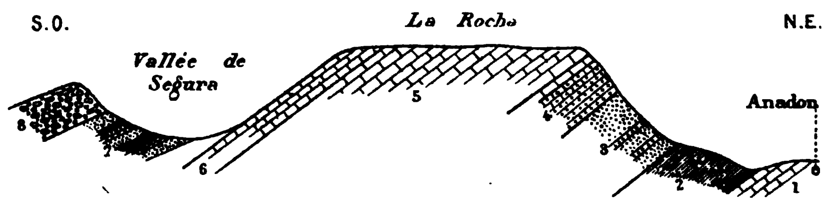


Fig. 40. — Coupe de la Rocha

1 — Muschelkalk.
2 — Marnes irisées du Trias supérieur, 30 m.
3 — Sables micacés et ferrugineux, Gault, 30 m.
4 — Grès calcarifère et calcaire, Cénomanien, 20 m.
5 — Calcaire compact non fossilifère, 50 m.
6 — Calcaire subbréchoïde à *Lychnus*, Danien, 30 m.
7 — Marnes, grès et poudingues } Tertiaire.
8 — Poudingues de Segura }

6. — Le Crétacé se termine par un calcaire moins compact, subbréchoïde, dont la partie supérieure un peu marneuse renferme la faune suivante :

Lychnus Pradoanus de Vern. et Lart.
» *Matheroni* Requien
» cf. *striatus* Matheron
» *Collombi* de Vern. et Lart.
Cyclostoma Vilanovum de Vern. et Lart.

Cette faune offre donc, comme de Verneuil et Lartet l'avaient indiqué en 1863, de très grandes analogies avec celle de la série garumnienne de Provence.

Comme, dans toute la région, la sédimentation a certainement été continue, je considérerai les calcaires inférieurs (nº 5) non fossilifères comme représentant le Cénomanien supérieur, le Turonien et le Sénonien. La série crétacée supérieure serait ainsi complète aux environs de Segura ; mais les assises daniennes fluvio-lacustres, d'ailleurs fort localisées dans le Sud de l'Aragon, indiquent une émersion de la contrée tout entière vers la fin de la période

crétacée ; cette émersion fut probablement de longue durée, et elle persista jusqu'à la production des grands affaissements qui ont préparé la formation des grands bassins tertiaires de toute l'Espagne.

Ces assises supérieures disparaissent plus à l'est, et aux environs de Montalban et d'Obon nous ne trouvons plus que le Crétacé inférieur, qui y acquiert d'ailleurs un très beau développement.

J'ai indiqué précédemment qu'entre Montalban et Castel de Cabra l'axe dévonien de la Chaîne Ibérique est entouré d'une ceinture continue de Trias et de Jurassique inférieur. Près de Montalban, à la montagne de Santa Barbara, ces assises sont recouvertes par les poudingues tertiaires ; mais à 1 kilom. à l'est de la ville on voit apparaître les assises crétacées, superposées directement au Toarcien et recouvertes par le Miocène. La coupe suivante, prise à 2 kilom. environ de Montalban, le long du rio Adovas, nous montre la disposition de ces divers étages dans la région.

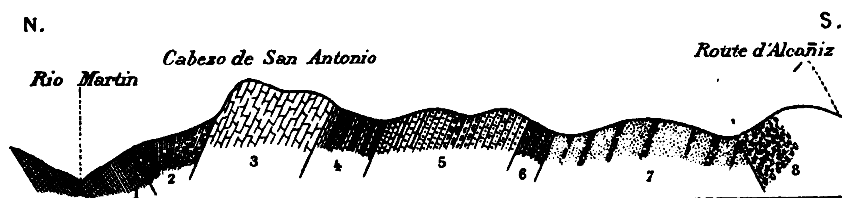


Fig. 41. — COUPE N.-S. PRISE LE LONG DU RIO ADOVAS

1 — Quartzites et schistes dévoniens.
2 — Marnes irisées du Trias supérieur.
3 — Calcaire dolomitique (Infralias et Lias inférieur).
4 — Marnes et calcaires marneux du Charmouthien et du Toarcien, 20 m.
5 — Calcaires arénacés et grès à *Vicarya* et *Trigonia*, 50 m. } Barrémien et Aptien
6 — Argiles lignitifères, 10 m.
7 — Sables et argiles
8 — Poudingues tertiaires

Les calcaires et les marnes du Jurassique inférieur, qui, à Castel de Cabra, plongent normalement vers le sud, ont été redressés et même renversés, en sorte que les « assises néocomiennes semblent sortir de dessous les calcaires liasiques [1] ». Le Crétacé débute par des calcaires arénacés, mêlés d'argiles, et souvent colorés par des oxydes de fer ; ces assises, puissantes d'environ 50 mètres, deviennent plus gréseuses à leur partie supérieure. Les bancs

1. DE VERNEUIL et LARTET [68]. *Loc. cit.*, p. 686.

calcaires de la base renferment une faune très riche, caractérisée par

Trigonia Hondaana Lea
Vicarya Pizcuetana de Vern. et de Lorière

avec d'autres espèces très nombreuses signalées par de Verneuil et Coquand : *Trigonia abrupta*, *Tr. ornata*, *Vicarya Lujani*, etc. Cette faune est rapportée par de Verneuil à la base de son Néocomien supérieur, et par Coquand à l'étage Aptien. Plusieurs assises gréseuses, disséminées dans toute la masse, mais abondantes surtout à la partie supérieure, forment de véritables lumachelles d'huîtres, parmi lesquelles j'ai reconnu :

Ostrea prælonga Sharpe
— *falco* Coq.
— *Pantagruelis* Coq.
— *Boussingaulti* d'Orb.
— *Leymeriei* Desh.

Les *Ostrea Pantagruelis* de très grande taille sont surtout abondantes et semblent caractériser la partie terminale de l'Aptien ; les autres espèces se retrouvent dans le Gault de la province d'Oran.

Ces assises sont surmontées par des argiles lignitifères et des sables blancs et rouges, avec bancs plus argileux, non fossilifères (6-7) ; cet ensemble, très puissant, forme le grand système lignitifère d'Utrillas et de ses environs, très bien étudié par Coquand et rangé par lui dans ses étages Aptien et Gardonien.

Là se termine la série crétacée des environs de Montalban ; les sables avec bancs d'argiles sont recouverts en discordance par les poudingues tertiaires, bien visibles le long de la route d'Alcañiz.

Les mêmes assises se retrouvent dans toute la région ; elles forment en particulier la partie supérieure du plateau de La Josa et d'Obon. La coupe (fig. 28, p. 104) prise près de ce dernier village, nous montre que le Bajocien est surmonté par 40 mètres environ de calcaires ferrugineux, un peu arénacés et très fossilifères ; les bancs inférieurs sont riches en Trigonies : *Trigonia Hondaana*, *Tr. caudata*, *Tr. abrupta* ; les bancs supérieurs sont plus gréseux et m'ont fourni *Vicarya Lujani*, *Vic. Pizcuetana* avec quelques Huîtres indéterminables. Le grès calcarifère qui forme le sommet du plateau renferme plusieurs bancs pétris d'Orbitolines (*Orbitolina lenticularis* d'Orb.) avec *Heteraster oblongus* d'Orb. Vers le nord, l'Aptien disparaît sous le Tertiaire de l'Ebre.

Le Cénomanien est bien développé un peu plus à l'est, et très facile à observer le long du chemin qui conduit de Muniesa à Alacon ; entre ces deux villages, en effet, j'ai relevé la succession suivante :

1° Les poudingues et les marnes du Tertiaire de la vallée de l'Ebre, qui sont visibles pendant cinq kilomètres environ, jusqu'à la Venta del Junco ;

2° Des grès marneux, sensiblement horizontaux, que l'on suit jusqu'au pied de la colline sur laquelle est bâti Alacon ; ces grès sont très fossilifères et, dans les murs qui bordent le sentier, on peut recueillir de nombreux exemplaires d'*Ostrea flabellata*.

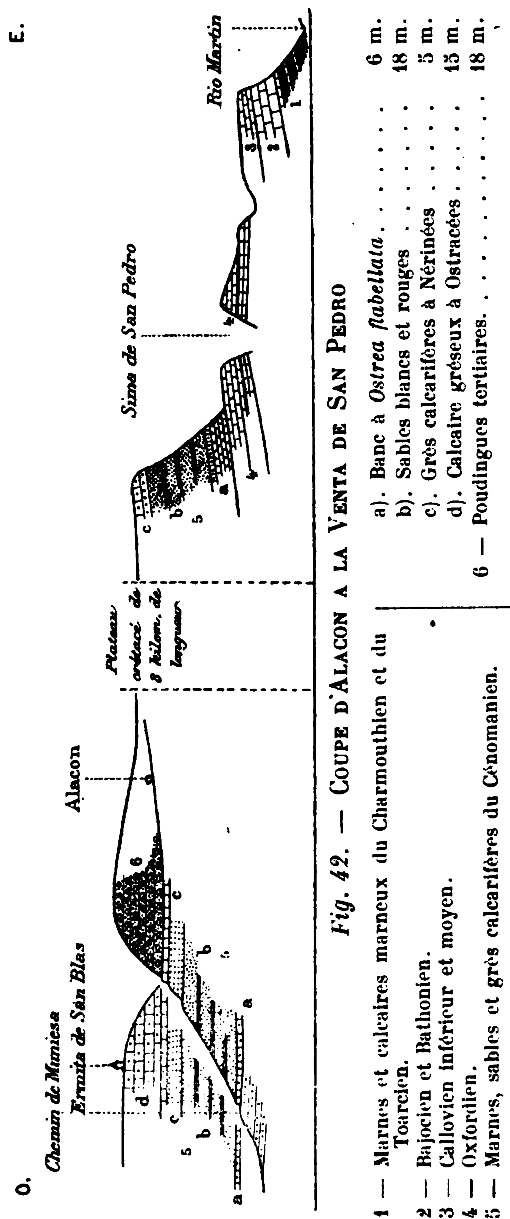


Fig. 42. — COUPE D'ALACON A LA VENTA DE SAN PEDRO

1 — Marnes et calcaires marneux du Charmouthien et du Toarcien.
2 — Bajocien et Bathonien.
3 — Callovien inférieur et moyen.
4 — Oxfordien.
5 — Marnes, sables et grès calcarifères du Cénomanien.
a). Banc à *Ostrea flabellata* . . . . 6 m.
b). Sables blancs et rouges . . . . 18 m.
c). Grès calcarifères à Nérinées . . . . 5 m.
d). Calcaire gréseux à Ostracées . . . . . . 15 m.
6 — Poudingues tertiaires . . . . 18 m.

Les assises cénomaniennes sont très puissantes aux environs d'Alacon et forment la plus grande partie des collines qui supportent le village et la Ermita de San Blas. La coupe ci jointe, qui va de la Ermita au rio Martin, montre la constitution géologique de cette région.

A l'est de la coupe, j'ai figuré les calcaires jurassiques de la Venta de San Pedro décrits dans les chapitres précédents. L'Oxfordien est surmonté par des grès plus ou moins calcarifères, dont la partie supérieure est formée par une lumachelle à *Ostrea flabellata* (5 a). Ces assises, qui représentent la base du Cénomanien, supportent une masse assez puissante de sables, dont les bancs épais sont alternativement rouges et blancs ; c'est dans ces sables, quelquefois un peu argileux (5 b), que sont creusées les nombreuses bodegas (celliers) du riche village d'Alacon.

Au-dessus j'ai observé des grès calcarifères (5 c), épais de cinq mètres environ, un peu marneux à la partie supérieure et renfermant d'assez nombreuses *Turritelles* et *Nérinées* spécifiquement indéterminables, avec *Ostrea lingularis* Lamk. du Cénomanien supérieur.

A Alacon même, la série crétacée se termine par un banc de calcaire dur, avec débris d'Ostracées (5 d), surmonté par un poudingue à gros éléments, sur lequel est en partie bâti le village ; à la Ermita de San Blas, ces calcaires à Ostracées atteignent quinze mètres de puissance ; là les poudingues à gros galets font complètement défaut ; ils n'acquièrent un beau développement qu'un peu à l'est, en dehors de la coupe, mais leur extension aux environs d'Alacon est très limitée.

Des descriptions précédentes, nous pouvons donc déduire les faits suivants :

1° Le Sud de la Chaîne Hespérique (Montes Universales) et la partie occidentale de la Chaîne Ibérique ont été recouverts par la mer crétacée à l'époque du Gault et ces régions ont été émergées probablement vers la fin de l'époque turonienne.

2° Le Crétacé est bien développé dans toute la partie orientale de la Chaîne Ibérique, que je viens de décrire ; le Néocomien paraît y manquer, mais tous les étages depuis le Barrémien jusqu'au Cénomanien supérieur sont représentés par des assises le plus souvent fossilifères ; les calcaires supérieurs de La Rocha appartiennent vraisemblablement au Turonien et au Sénonien, et l'émersion complète de la province se serait faite à la fin de la période crétacée ; les calcaires à *Lychnus* sont d'ailleurs très localisés et le Garumnien forme une bande étroite, qui s'étend de Cucalon à Segura et que j'ai retrouvée plus au sud, à l'ouest de Fortanete (district d'Aliaga).

Comparaison du Crétacé de la province de Teruel (régions septentrionale et occidentale) avec celui des contrées voisines.

Les mers crétacées qui ont déposé les assises des environs de Segura, de Montalban, d'Obon et d'Alacon s'étendaient sur toute la partie orientale de la province de Teruel et sur toute la province de Castellon, où leurs sédiments occupent, comme je l'ai déjà dit, une surface de plus de 5000 kilomètres carrés. C'est seulement quand on connaîtra en détail la constitution géologique de cette vaste région qu'on pourra établir des comparaisons entre le Crétacé du Sud de l'Aragon et celui des autres provinces. Cependant l'étude géologique des affleurements que j'ai décrits précédemment permet d'indiquer, dès à présent, les relations qui devaient exister, à l'époque du Gault et du Cénomanien, entre la région de Teruel et les contrées voisines.

Les faunes de l'Aptien, du Gault et du Cénomanien des Chaînes Ibérique et Hespérique sont caractérisées par une grande richesse en Ostracées et c'est des environs de Montalban et d'Utrillas que proviennent un assez grand nombre de types décrits par Coquand dans sa Monographie du genre *Ostrea* [1] et dans son étude sur l'étage Aptien d'Espagne [**22**]. Cette faune à Ostracées caractérise ce que M. Peron a appelé le *faciès méditerranéen* et M. Zittel le *faciès africano-syrien*. C'est en effet avec les provinces qui bordent au sud la Méditerranée occidentale que la région de Teruel présentait les plus grandes affinités à l'époque du Crétacé. Le Gault des Montes Universales et celui du Seressou et du Lehou (département d'Oran), décrit par M. Welsch [2], sont caractérisés par la même faune. Le Cénomanien paraît plus fossilifère en Algérie que dans les Cordillères Hespérique et Ibérique, où la zone à nombreuses *Ostrea flabellata* est le plus souvent seule bien développée ; mais l'étude des districts d'Aliaga et de Castellote, très riches en dépôts cénomaniens, m'a déjà permis de retrouver en partie les zones distinguées par M. Welsch ; en outre, dans la même région, le Turonien et le Sénonien paraissent bien représentés et la description des environs de Fortanete mon-

1. Coquand. — Monographie du genre Ostrea. Terrain Crétacé. Marseille, 1869.

2. Welsch. — Les terrains crétacés du Seressou occidental et du Lehou. *B. S. G. F.*, 3ᵉ sér., t. XVIII, p. 493, 1890.

Id. — Les terrains secondaires des environs de Tiaret et de Frenda. Thèse de doctorat, 1890.

trera très probablement que ces deux étages renferment des faunes présentant de très grandes analogies avec celles de la province d'Oran.

Le même faciès à Ostracées se retrouve en Portugal, où il est bien connu depuis les beaux travaux de M. Choffat [1] sur le Crétacique de cette région. L'étage Bellasien, avec sa faune d'Huîtres telles que *Ostrea prælonga*, *Ostrea Boussingaulti*, etc., correspondrait sensiblement au Gault des environs de Moscardon ; c'est à ce niveau que M. Choffat signale l'*Ostrea pseudo-africana* figurée dans ses études paléontologiques [2]. Cette espèce paraît plus récente dans les environs de Segura, où je l'ai constamment trouvée un peu au-dessus des assises à nombreuses *Ostrea flabellata;* le même fait se produit d'ailleurs dans la province de Burgos, où l'*Ostrea pseudo-africana* accompagne toujours *Ostrea Olisiponensis;* l'espèce décrite par M. Choffat ne serait donc pas localisée dans une seule zone, mais présenterait probablement une extension verticale plus grande que ne l'a supposé le savant géologue du Portugal.

Ce faciès méditerranéen se poursuit dans presque toute la bordure crétacée de la Meseta ; M. de Cortázar l'a signalé dans les provinces de Cuenca [**26**] et de Segovia [3]. Tout récemment M. Chudeau en a montré l'extension et décrit la faune dans son travail sur les provinces de Soria et de Logroño [4]; dans cette région, le Cénomanien et le Turonien sont très bien développés et M. Chudeau a fort bien mis en évidence le caractère méditerranéen de leur faune. Le même faciès se retrouve plus à l'est, dans la province de Burgos ; M. Larrazet [5] l'a étudié avec beaucoup de soin et a montré les relations qui existaient à l'époque cénomanienne entre cette province et toutes les régions voisines.

Le faciès méditerranéen à Ostracées n'existe plus dans le Sud-Est

1. Choffat. — Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal : Contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne, 1885. — Recherches sur les terrains jurassiques au sud du Sado, 1887. — Crétacique des environs de Torres Vedras, de Péniche et de Cercal, 1890.

2. Choffat. — Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal, 1re série, 1886.

3. D. de Cortázar. — Descripcion fisica y geológica de la provincia de Segovia. *Bol. Com. Map. geol. Esp.*, t. XVII, 1890.

4. Chudeau. — Contribution à l'étude géologique de la Vieille-Castille. Thèse de doctorat, Paris, 1896.

5. Larrazet. — Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos, etc. Thèse de doctorat, Paris, 1896.

de l'Espagne; en effet, dans les provinces de Valence et d'Alicante, étudiées par M. Nicklès [1], le Gault, reposant directement sur le Néocomien et l'Aptien fossilifères, est formé tantôt par des marnes plus ou moins calcarifères ou gréseuses avec Echinides, Gastropodes et Céphalopodes, tantôt par des calcaires à *Toucasia Santanderensis*; le Cénomanien est représenté par des assises à Echinides et Ammonites et peut-être en certains points par des calcaires zoogènes; des considérations bathymétriques et l'étude des courants suffisent certainement à expliquer ces différences de faciès dans deux régions si rapprochées.

Le faciès à Céphalopodes, à Gastropodes et à Echinides domine donc dans l'Andalousie, le royaume de Murcie et la province de Valence, tandis que le faciès à Ostracées envahit la bordure crétacée de la Meseta et se poursuit jusque dans les provinces du Nord de l'Espagne.

1. Nicklès. — Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la province de Valence. *Annales Hébert*, T. I, Paris, 1892.

IX

TERTIAIRE

De Verneuil et Collomb ont montré, dans différentes notes, qu'il existait en Espagne trois grands bassins tertiaires contemporains : les bassins du Douro, de l'Èbre, et du Tage ou de la Nouvelle-Castille ; à la même époque, d'après ces savants géologues, d'autres lacs moins considérables occupaient le territoire de Teruel et de Libros, dans le Sud de l'Aragon, et s'étendaient sur une partie des provinces d'Alicante et de Murcie et dans la vallée du Guadalquivir. Les dépôts tertiaires doivent à cette grande extension, et aussi à leur situation générale sur l'emplacement des vallées actuelles, d'avoir été depuis longtemps l'objet de nombreux travaux.

Historique

Dès 1773, J. Torrubia [**56**], dans son Essai d'histoire naturelle, signalait le gisement fossilifère de Concud, que Bowles [**11**] décrivait deux ans plus tard, mais en rapportant à l'homme et au mulet des ossements qui, en réalité, appartiennent aux animaux de la faune de Pikermi ; cette erreur ne fut pas commise par Amalio Maestre [**46**], qui, en 1845, donnait une nouvelle description des environs de Concud, mais sans pouvoir préciser l'âge des assises fossilifères. Cet âge fut nettement fixé par Paul Gervais [**36**], qui reconnut l'*Hipparion* parmi les fossiles rapportés d'Espagne par de Verneuil et Collomb.

En 1841, Max Braun [**12**] avait décrit avec beaucoup de soin le Tertiaire, riche en soufre, des environs de Libros (sud de Teruel) ; la coupe qu'il en a donnée est la plus complète de toutes celles qui ont été publiées sur la région ; elle a été reproduite par tous les géologues qui, après lui, ont étudié la province de Teruel, mais qui

ont rapporté avec raison au Miocène les assises rangées par Braun dans le Pliocène inférieur.

A la suite de leur voyage en Espagne en 1852, de Verneuil et Collomb [61] ont pu préciser la constitution géologique du Tertiaire lacustre de la péninsule et y distinguer trois groupes principaux, qui se retrouvent partout dans le même ordre de superposition : le supérieur calcaire, le moyen marneux et gypseux, et l'inférieur composé d'argiles, de grès et de conglomérats. Cette description fut confirmée et complétée l'année suivante par de Verneuil et de Lorière [65]; les excursions qu'ils firent en 1853 dans le Sud de l'Aragon leur montrèrent que le Tertiaire de cette région est identique, au double point de vue pétrographique et paléontologique, à celui des bassins de l'Èbre et du Tage; c'est à la suite de ce voyage que l'extension du Tertiaire dans les vallées du Jiloca et de l'Alfambra fut nettement indiquée pour la première fois.

De Verneuil et Lartet [68] décrivirent en 1863 le Tertiaire des environs de Segura, et montrèrent qu'au-dessus des calcaires à Lychnus on trouvait des poudingues et des grès, qui peut-être pourraient être assimilés aux grès supranummulitiques des Pyrénées, et qui supportent les marnes à Paludines du Miocène.

Dans sa description géologique de la province de Teruel [27] M. de Cortázar précise l'extension des dépôts tertiaires dans la région et donne d'excellentes descriptions pétrographiques des localités les plus intéressantes; il rapporte avec doute une partie des conglomérats de base à l'Oligocène, et au Pliocène les macignos et les gompholithes qui, dans les environs d'Alfambra, forment la partie supérieure des collines.

En 1893, D. Palacios [51] étudie le Tertiaire de la vallée inférieure du Jiloca et en démontre l'identité pétrographique et paléontologique avec celui du bassin de l'Èbre : il rapporte en outre au Quaternaire les calcaires, les argiles et les conglomérats qui, d'Amento à Villafeliche, bordent presque constamment à l'est la grande route de Teruel à Calatayud.

De l'ensemble des diverses publications que je viens d'analyser rapidement, on peut conclure :

1° Que le Tertiaire du Sud de l'Aragon présente généralement les trois grandes subdivisions indiquées par de Verneuil et Collomb;

2° Que les variations locales dans l'importance de chaque subdi-

vision sont nombreuses, l'une d'elles présentant quelquefois un très grand développement aux dépens des deux autres;

3o Que souvent le calcaire supérieur et quelquefois les assises de marnes et de gypse ont été enlevés par l'érosion.

Distribution des sédiments tertiaires

Les dépôts tertiaires du Sud de l'Aragon forment une bande continue, qui s'étend du nord au sud depuis Villafeliche jusqu'à Libros; cette bande, dont la largeur varie de 4 kilom. à 28 kilom., présente des contours assez irréguliers, que j'ai figurés sur les cartes (Pl. I et II); elle forme ce que Fed. de Botella [**10**] à nommé Cañada del Idubeda (coupure du plateau Idubeda) et correspond sensiblement aux vallées actuelles du Jiloca, du Guadalaviar et de l'Alfambra. L'étude de ces trois vallées va me permettre d'indiquer l'extension du Tertiaire dans la région que j'ai parcourue.

Vallée du Jiloca. — Depuis sa source jusqu'à Monreal del Campo, le rio Jiloca coule au milieu de sédiments tertiaires, limités à l'est et à l'ouest par des dépôts jurassiques, et formant une bande étroite dont la largeur moyenne est d'environ 6 kilomètres. Près de Caminreal, cette bande s'élargit brusquement et s'étend jusqu'aux environs de Montalban et de Segura; elle occupe alors l'axe ancien de la Chaîne Ibérique et est limitée à l'ouest par la bande cambrienne de Murero, à l'est par le Crétacé de la Rocha et le Cambrien de Badules. Les eaux de ce plateau tertiaire sont recueillies par les cours supérieurs des rios Martin et Huerva, tributaires de l'Èbre, mais surtout par le rio Pancrudo, principal affluent du Jiloca; à 2 kilomètres environ au sud de Luco, ce dernier fleuve pénètre dans la bande cambrienne de Murero, qu'il quitte près de Villafeliche; mais, dans ce parcours, entre les villages de Burbaguena et de Murero, la vallée actuelle du Jiloca est creusée dans des conglomérats et des marnes rouges tertiaires, qui forment une bande large de quelques centaines de mètres à peine, mais dont les relations stratigraphiques et paléontologiques avec le grand plateau miocène de Lechon et de Retascon sont bien évidentes.

Vallées de l'Alfambra et du Guadalaviar. — Le rio Alfambra, dans tout son cours inférieur, depuis Villalba alta jusqu'à Teruel, occupe l'axe d'une vallée tertiaire parallèle à celle du haut Jiloca. Ces deux vallées sont séparées, dans leur partie médiane, par le Jurassique de la Sierra Palomera; mais elles communiquent entre

elles au nord, près de Portalrubio, et elles viennent se réunir au sud, au pied même de la Peña Palomera et aux environs de Celadas, pour former une vallée unique désignée souvent sous le nom de Vega de Teruel; c'est dans cette vallée que coule le rio Guadalaviar de Gea à Teruel (confluent de l'Alfambra), et de Teruel à Libros. Très large encore aux environs de Villastar, la vallée se resserre brusquement un peu au nord de Villel, pour s'élargir de nouveau plus au sud dans le Rincon de Ademuz (province de Valence).

Vallée de l'Èbre. — Les sédiments tertiaires de la vallée de l'Èbre limitent au nord-est la région que j'ai étudiée; ils viennent reposer en discordance sur les terrains secondaires qui bordent la Chaîne Ibérique, et j'ai déjà eu l'occasion de les signaler dans l'étude que j'ai faite précédemment des anticlinaux d'Andorra et de Calanda.

Descriptions locales

La constance des caractères généraux de la série tertiaire me permettra de la décrire rapidement; il me suffira d'étudier quelques coupes prises en des points assez éloignés et présentant, soit la succession complète des diverses assises, soit des niveaux fossilifères permettant de fixer l'âge des différentes zones.

La coupe suivante (fig. 43), prise près de Libros, au sud de Teruel, est la plus complète de toutes celles que j'ai pu relever dans cette région.

Le Tertiaire y repose en discordance très nette sur les calcaires dolomitiques de l'Infralias, bien développés au village même de Libros. Il débute par une masse puissante de conglomérats, de grès, de sables et de marnes rouges, dont l'épaisseur est d'environ 100 mètres. Les conglomérats sont surtout abondants à la base ; ils ont été formés en grande partie aux dépens des calcaires jurassiques, mais ils renferment quelques fragments de quartzites provenant de la chaîne silurienne de Collado de la Plata. Les marnes sont assez bien développées à la partie supérieure, où elles alternent avec des sables ferrugineux non fossilifères ; les bancs les plus élevés deviennent gypseux et montrent une tendance au régime lagunaire qui va s'établir définitivement aux environs de Libros et de Riodeva.

Les assises supérieures sont en effet formées par des bancs de gypse alternant d'une façon assez régulière avec des marnes gypseuses et quelquefois bitumineuses; quelques lits calcaires, disséminés dans toute la masse, renferment de nombreux Planorbes et quelques Lymnées :

Planorbis Mantelli Dunker
— (*Gyrorbis*) *declivis* Braun
Lymnæa Heriacensis Fontannes

Au milieu de cette zone, puissante de 70 mètres, on peut observer une couche régulière de marne gypseuse imprégnée de soufre ; ce banc, d'une épaisseur moyenne de 1 mètre, renferme de très

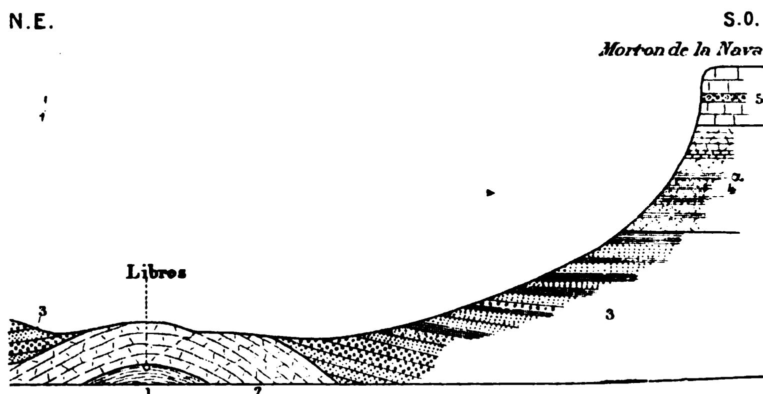


Fig. 43. — Coupe du village de Libros aux mines de soufre

1 — Marnes irisées (Trias).
2 — Calcaire dolomitique (Infralias).
3 — Conglomérats, grès et argiles, 100 m. (Tertiaire).
4 — Marnes, gypse et soufre, avec bancs calcaires à *Planorbes* 70 m. } Pontien.
5 — Calcaire à *Planorbes* et à *Paludines*, 35 m. } Pontien.

Echelle des longueurs $\frac{1}{50.000}$ des hauteurs $\frac{1}{5.000}$

nombreux exemplaires des fossiles précédents, dont le test est souvent très bien conservé, et dont le moule est formé de soufre presque pur [1].

1. Le soufre des environs de Libros a été assez activement exploité depuis la fin du XVIII° siècle, jusqu'en ces dernières années (Voir Cortázar [27] page 282). — Max Braun [12], qui le premier en a décrit avec soin le gisement, observa que le soufre était intimement lié à la présence des matières organiques et devait dépendre d'elles ; il fit remarquer que, dans les marais, il pouvait se former du soufre lorsque la décomposition des matières organiques a lieu en présence d'un sulfate.

En 1867, Fraas (Geologisches aus dem Orient), étudiant les dépôts de gypse et de soufre qui se sont formés sur les bords de la mer Rouge à une époque relativement peu éloignée de la nôtre, attribua la présence du soufre à l'oxydation

Les fossiles que je viens de citer se retrouvent un peu plus au nord, dans des assises occupant la même position stratigraphique et caractérisées par *Hipparion gracile*. Je puis donc rapporter les marnes et les gypses des environs de Libros au Miocène supérieur.

Le sommet du plateau est formé par des calcaires plus ou moins compacts, souvent dolomitiques, qui m'ont fourni quelques rares exemplaires de *Planorbis Mantelli* et des Paludines spécifiquement indéterminables ; ces assises appartiennent vraisemblablement au même étage que les marnes sous-jacentes. Au milieu de ces calcaires se trouve un banc de conglomérat, de 5 mètres de puissance environ, dont la présence montre que le régime de sédimentation était assez

par l'air de l'acide sulfhydrique ; cet acide, pour le savant allemand, provenait de l'action sur le gypse des gaz produits pendant la putréfaction.

On sait aujourd'hui que lorsque des matières organiques se décomposent dans des eaux séléniteuses, les bactéries anaérobies de la putréfaction réduisent le sulfate de chaux et produisent de l'acide sulfhydrique, qui s'oxyde en déposant du soufre ; cette oxydation peut se faire, soit au contact de l'air, soit, comme le pense M. Munier-Chalmas, au contact de l'oxygène en dissolution dans l'eau. Or, à l'époque pontienne, la vie était très active aux environs de Libros et la couche de marne gypseuse avec soufre est pétrie de restes organiques (Planorbes, Lymnées et tiges de plantes aquatiques), dont la décomposition explique la production du soufre que l'on observe actuellement.

Les gisements de soufre des bords de la mer Rouge, de Girgenti (Sicile), de Szwoszovice (près de Cracovie), qui renferment tous du gypse imprégné de bitume, sont certainement dus aux mêmes actions physiologiques et chimiques.

La présence du soufre dans les dépôts est donc intimement liée à celle de l'acide sulfhydrique dans les eaux : cet acide se trouve assez abondamment, à l'époque actuelle, dans les eaux des lagunes ou des mers presque complètement fermées. Les beaux travaux de M. Androussow ont montré que dans la mer Noire, de 100 à 1.200 brasses, la quantité d'acide sulfhydrique dissous variait de 33 à 655 cent. cubes par 100 litres d'eau (à 0° C. et 760^{mm} de pression). Pour MM. Zélinsky et Broussilovsky (Über die Schwefelwasserstoffgärung im Schwarzen Meere : *Südrussische medizinische Zeitung*. Odessa, 1893), cet acide provient de l'action du *Bacterium hydrosulfuricum ponticum* sur les matières albumineuses et *surtout* sur les sulfates et les sulfites. M. Androussow pense que la plus grande partie de l'acide sulfhydrique est due à l'action des bactéries anaérobies sur les matières organiques, si nombreuses au fond de la mer Noire ; une partie de cet acide contribue à la formation des sulfures de fer très abondants dans les profondeurs ; l'autre partie reste en dissolution dans l'eau et s'oxyde, soit directement, soit, comme le croit M. Egunow, par l'action des sulfobactéries (Schwefelbakterien der Odessaer Limane. *Archives Sciences biologiques*, St-Pétersbourg III, Lief. 4, 1895. — Bakteriengesellschaften. *Arbeiten d. Warschauer Naturforscher Gesellschaft für 1894-95*, Lief. VIII). Tout récemment, M. Androussow a démontré (Der Adschi-darja oder Karabugas-Busen : *Petermanns Mitteilungen*, Bd 43, p. 31, 1897) que sur les bords de la Caspienne, dans le golfe de Karabugas, pouvaient s'observer les mêmes phénomènes de production abondante et d'oxydation de l'acide sulfhydrique.

variable à la fin du Pontien, dans les lacs de Libros et de Riodeva.

L'étude de la coupe précédente ne nous permet pas de fixer l'âge des puissants conglomérats et grès de la base ; ils sont certainement antérieurs au Pontien, mais il est impossible d'indiquer la date du début de leur formation aux environs de Libros ; après leur dépôt, pendant toute la durée du Miocène supérieur, il s'est établi au sud de Teruel un régime lagunaire, suivi du régime lacustre qui a précédé l'émersion définitive de la province.

Les différentes assises tertiaires acquièrent un très beau développement aux environs de Teruel, et une coupe prise un peu au nord de la ville, entre Concud et El Campillo, montre nettement l'allure générale et la succession des assises miocènes dans cette partie du bassin tertiaire (fig. 44). Ce bassin est limité au sud-ouest par le Jurassique moyen de El Campillo ; au nord-est de la coupe j'ai figuré les calcaires bajociens qui affleurent près de Concud, dans le barranco de la Cueva rubia ; ces calcaires sont fortement inclinés vers l'ouest (60° à 70°); ils forment le prolongement de la Sierra Palomera, mais ils sont recouverts par le Miocène supérieur et n'affleurent que dans les ravins ; un peu plus au nord, cependant, j'ai vu disparaître leur couverture tertiaire.

A la base de la série, reposant en discordance sur le Jurassique, j'ai observé des marnes rouges très puissantes avec nombreux bancs de conglomérats à éléments assez fins. Ces assises, non fossilifères, sont faciles à observer dans la vallée du Turia et entre Teruel et El Campillo, au contact du Jurassique. Les bancs de conglomérats disparaissent presque complètement à la partie supérieure, composée surtout de marnes et d'argiles rouges, exploitées pour poteries dans les faubourgs de Teruel et renfermant quelques bancs de sables et de grès, souvent ferrugineux.

Ces assises supportent des marnes blanches assez épaisses, avec intercalations de bancs de calcaire marneux. Les marnes blanches et les calcaires sont souvent très fossilifères ; ils forment parfois la partie supérieure des plateaux qui environnent Teruel, mais ils sont, le plus souvent, recouverts par des bancs de poudingues, dont l'épaisseur habituelle est de 2 à 3 mètres à peine, mais qui atteignent 12 mètres à la Casa de Mision de San Vicente de Paul. Les marnes blanches sont faciles à étudier aux environs de Teruel et de Concud, où j'ai recueilli les espèces suivantes :

Planorbis Mantelli Dunk.
— (*Gyrorbis*) *declivis* Braun
— cf. *Mariæ* Mich.
Lymnæa Heriacensis Fontannes
— sp. du groupe de *L. turrita* Klein
Glandina inflata Reuss
Helix moguntina Desh.
Helix nov. sp.
Hydrobia ventrosa Mont.
Hydrobia sp.
Valvata sp.

Cette faune est surtout caractérisée par la très grande abondance de *Planorbis Mantelli;* les exemplaires de *Lymnæa Heriacensis* et *Glandina inflata* y sont également assez nombreux. Le *Planorbis Mantelli* a été signalé par MM. Bertrand et Kilian dans le Miocène supérieur d'Andalousie, et il est caractéristique des couches à Hipparion du Léberon.

M. Depéret a bien voulu vérifier mes déterminations et comparer mes fossiles avec ceux du Bassin du Rhône, qu'il a si bien étudié. D'après lui, la *Lymnæa Heriacensis*, assez commune aux environs de Teruel, est identique à celle des couches à Hipparion de la Croix-Rousse, à Lyon. La *Glandina inflata* se rencontre à tous les niveaux, depuis l'Aquitanien jusqu'au Miocène supérieur; mais les échantillons trouvés aux environs de Concud montrent des stries d'accroissement très marquées, qui semblent caractériser les *Glandina inflata* du Miocène supérieur.

Ces marnes sont particulièrement fossilifères à Teruel, près du cimetière, le long de la route d'Alfambra et du chemin qui conduit à El Campillo ; elles forment en outre la partie supérieure de Santa Barbara et des collines qui dominent la ville. C'est sur elles qu'est bâti le village de Concud, célèbre dès la fin du siècle dernier pour sa richesse en ossements fossiles ; à l'est du village, en effet, la coupe, fig. 44, nous montre la succession suivante :

1° Calcaires jurassiques à *Perisphinctes Martiusi* du barranco de Cueva rubia (inclinaison 70° vers l'ouest).

2° Marnes et sables rouges avec bancs de galets formant la petite plaine située à l'est du village et inclinés de 5° environ vers le sud-ouest.

3° Marnes blanches fossilifères à *Planorbis Mantelli* ; vers la partie inférieure de ces marnes, on peut observer une couche plus argi-

leuse (xx), de 40 centimètres d'épaisseur environ, qui a été exploitée autrefois pour sa richesse en phosphate et qui renferme de nombreux débris de Mammifères. J'y ai trouvé des molaires inférieures et supérieures d'*Hipparion gracile*, un astragale d'un petit ruminant de la taille du chevreuil, et une canine de *Hyæna*. Vilanova, qui avait exploré avec grand soin cette localité classique, y cite [72] la présence de :

Hyænictis græca Gaudry
Tragocerus amaltheus Gaudry
Gazella sp.

déjà signalés dans les assises de Pikermi par M. Gaudry, et décrits par lui dans ses Études sur les animaux fossiles de l'Attique (1862-1867).

Les marnes blanches du barranco de Cueva Rubia sont identiques à celles de Teruel et elles renferment la faune que j'ai citée précédemment ; le *Planorbis Mantelli*, en particulier, se trouve assez abondant dans les bancs situés au-dessus et au-dessous de l'assise à *Hipparion gracile*. Ces marnes blanches, qui, dans cette localité, sont puissantes de plus de 75 mètres, renferment en outre plusieurs lits de gypse, dont le plus important (x) est assez activement exploité.

La couche marneuse, riche en Vertébrés, est très localisée, cependant elle n'est pas spéciale à Concud ; au nord-est de Teruel, les marnes blanches qui forment la partie supérieure de la colline de Santa Barbara (fig. 45, c.) m'ont fourni 2 molaires, 1 incisive, et des os du carpe de *Hipparion gracile*.

L'étude des environs de Concud et de Santa Barbara montre donc que les marnes blanches calcarifères de Teruel appartiennent au Miocène supérieur; les marnes gypseuses de Libros, qui renferment la même faune d'Invertébrés, représentent également le Pontien.

A cette époque, la région de Teruel était occupée par des lagunes et des lacs dans lesquels la sédimentation pouvait varier à chaque instant, et des coupes prises dans des localités voisines montrent souvent des différences très grandes dans la nature des sédiments déposés à une même époque.

Un des exemples les plus frappants de ces variations peut être pris à 5 kilomètres au nord-est de Teruel, dans le barranco Salobral, comme le montre la coupe (fig. 45) relevée perpendiculairement à ce ravin. La colline qui sépare le ravin de la route d'Alfambra nous montre la succession ordinaire signalée à Teruel et à Concud. Sur le Jurassique, qui affleure le long de la route de Teruel à Alfambra, en face des bains de la ville, reposent :

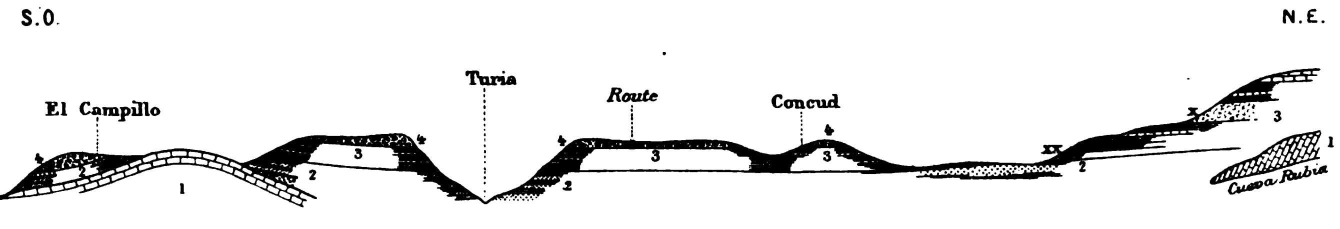


Fig. 44. — Coupe de El Campillo a Concud.

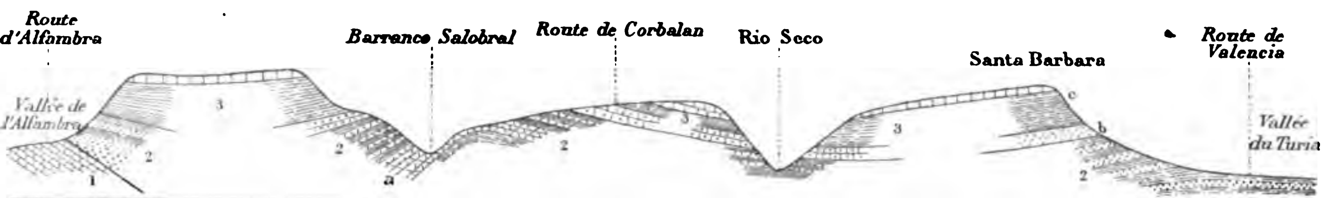


Fig. 45. — Coupe du barranco Salobral a Santa Barbara.

1 — Calcaires du Jurassique moyen.
2 — Poudingues, sables et marnes rouges; a. marnes gypseuses avec cristaux de dolomie.
3 — Marnes blanches avec bancs de calcaire marneux et de grès.

xx et c : Couches à *Hipparion* de Concud et de Santa Barbara.
x et b : Gypse exploité de Concud et de Teruel.
4 — Poudingues supérieurs.

Fig. 44. — Échelle des longueurs $\frac{1}{80.000}$
Fig. 45. — — $\frac{1}{30.000}$
Échelle commune des hauteurs $\frac{1}{12.500}$

1° Des poudingues, des sables et des marnes rouges non fossilifères, dont l'épaisseur visible atteint environ 50 mètres ;

2° Des marnes blanches à *Planorbis Mantelli*, de 50 mètres d'épaisseur, surmontées par un banc de calcaire plus dur qui forme le sommet du plateau ; au milieu de ces marnes blanches, j'ai observé plusieurs lits de gypse très peu épais et quelques bancs de lignite.

Dans le barranco Salobral, les sables et les marnes rouges de la base disparaissent presque complètement et font place à des assises de marnes vertes ou rouges, dont l'épaisseur varie de un centimètre à un mètre, qui alternent régulièrement avec des bancs de gypse en général plus puissants; ces différentes assises, dont la puissance dépasse 50 mètres, sont assez fortement plissées ; l'une d'elles, qui affleure nettement dans la partie inférieure du ravin, contient de très nombreux cristaux de *dolomie* [1] *(Téruelite)* engagés dans une

1. Les cristaux de dolomie des environs de Teruel ont été signalés et étudiés pour la première fois, en 1845, par Amalio Maestre [46] qui les regardait comme un minéral non encore décrit, auquel il donna le nom de *Téruelite*. Plus tard Breithaupt les considéra comme une variété de Bitterspath, analogue à celle qu'il avait trouvée dans le gypse du Tyrol (*Breunérite*). — Haüy (Traité de Minéralogie, t. I, p. 419), les rangeait dans les carbonates de chaux et de magnésie, et Des Cloizeaux, dans son Manuel de Minéralogie (t. II, fasc. 1, page 134, 1874), cite les environs de Teruel où la dolomie se rencontre en cristaux remarquables par leur transparence et leur pureté.

Quiroga en donna une description minéralogique très détaillée et une analyse qualitative fort exacte dans les *Anales de Historia natural*, t. II, p. 249, 1873; il montra que la Téruelite différait assez notablement de la Breunérite de Breithaupt et constituait une variété remarquable de dolomie.

En 1880, M. Brun publia dans la *Zeitschrift für Kristallographie*, (t. V, p. 104), une étude cristallographique et une analyse quantitative de la dolomie de Teruel ; à côté des rhomboèdres e^3 dominants, il signale la combinaison de cette forme et du rhomboèdre p avec a^1 souvent corrodé ; la dolomie renferme une petite quantité de fer et sa couleur brunâtre est due à des grains noirs opaques de fer magnétique.

M. Gaubert, préparateur de minéralogie au Muséum, a bien voulu étudier les échantillons que j'ai rapportés de mes excursions et en faire l'analyse. Les résultats qu'il a obtenus confirment ceux qu'a publiés M. Brun ; mais M. Gaubert attribue la couleur noir-grisâtre de la dolomie à des matières charbonneuses, assez abondantes dans les cristaux et plus rares dans les masses gypsifères qui les entourent (*Note inédite de M. Gaubert*).

Ces cristaux de dolomie ne sont pas particuliers aux environs de Teruel, mais se rencontrent assez fréquemment dans les assises sédimentaires ; outre les localités indiquées par Des Cloizeaux dans son Manuel de Minéralogie, je puis citer les environs d'Alcoy, où Vilanova les a signalés « dans des gypses provenant des argiles dites irisées » (*B. S. G. F.*, 3e sér., t. VIII, p. 309) ; M. Lacroix m'en a montré des cristaux provenant du Trias des Landes.

marne très gypsifère; au-dessus de ce banc, riche en carbonates ferro-magnésiens, j'ai observé 5 mètres environ de gypse rouge renfermant encore des cristaux de Téruelite, mais beaucoup moins abondants. Les assises du barranco Salobral rappellent, au point de vue pétrographique, les marnes bariolées du Trias, avec lesquelles elles ont été souvent confondues, et la rencontre de quelques cristaux de quartz bipyramidé (Hyacinthes de Compostelle), si communs dans le Keuper, vient encore compléter la ressemblance; mais l'étude stratigraphique montre qu'elles appartiennent nettement au Tertiaire et sont inférieures au Pontien fossilifère. Elles sont surmontées par plusieurs assises de marnes et de grès rouge (5 mètres) qui supportent un banc de grès assez dur, puis des calcaires compacts, non fossilifères, sur lesquels est établie la route de Corbalan.

En poursuivant la coupe vers le sud-ouest, on voit les mêmes couches affleurer dans le ravin du rio Seco; les marnes bariolées vertes et rouges, avec bancs de gypse, en forment la partie inférieure, mais la zone riche en Téruelite n'affleure pas ou bien a peut-être déjà disparu.

Au-dessus de ces marnes on retrouve les bancs de grès et de calcaire, puis les marnes blanches à *Planorbis*, souvent cachées d'ailleurs par les éboulis du calcaire qui couronne les plateaux.

Plus au sud-est, vers la route de Valence, on observe de nouveau la succession normale, à peu près telle que nous l'avons vue près de la route d'Alfambra :

1° Les marnes et argiles rouges, avec bancs de sables et de poudingues à petits éléments, sont particulièrement bien développées aux portes mêmes de Teruel, où elles sont exploitées assez activement pour la fabrication des poteries ;

2° Les marnes blanches à *Planorbis Mantelli* et à *Hipparion* sont faciles à observer à la colline de Santa Barbara; à leur base se trouve un banc de gypse saccharoïde assez puissant, exploité pour les constructions de Teruel (fig. 45, b). M. de Cortázar [**27**] attribue ce gypse à la transformation d'un carbonate de chaux primitif (**27**); les assises inférieures, les meilleures au point de vue industriel (piedra buena), ne sont pas fossilifères ; mais à la partie supérieure (losilla), j'ai recueilli quelques exemplaires de *Glandina inflata* avec des *Helix* à forme globuleuse; M. Douxami, qui a étudié ces *Helix*, les considère comme appartenant à une espèce nouvelle, voisine de *Campylea insignis* Schübler. M. de Cortá-

zar cite en outre, dans les mêmes gypses et dans des couches argileuses en contact avec eux, des débris de Poissons, de Batraciens et une mandibule de *Palæomeryx*.

3° Enfin, la partie supérieure de Santa Barbara est formée par un banc de calcaire dur, qui occupe le sommet d'un grand nombre de plateaux de la région.

VALLÉE DE L'ALFAMBRA. — Le Tertiaire se retrouve avec les mêmes caractères généraux dans toute la vallée de l'Alfambra, et des coupes prises dans cette région seraient identiques à celle de Concud, avec un développement des poudingues supérieurs souvent beaucoup plus considérable. A 4 kilomètres au sud de Perales, à la Venta de Caracol, les sédiments tertiaires disparaissent presque complètement, par suite d'un bombement assez considérable des calcaires jurassiques sous-jacents ; les marnes rouges et les marnes blanches font tout à fait défaut et le Jurassique est à peine recouvert par des poudingues, épais de quelques décimètres ; la succession normale reparaît de nouveau au nord de Perales.

VALLÉE DU JILOCA. — Le Miocène est très peu développé dans toute la haute vallée du Jiloca, sur l'emplacement du dôme triasique dont j'ai parlé précédemment ; si nous suivons la route de Teruel à Monréal, nous observons en effet les faits suivants :

1° De Teruel à la Venta de Concud, les sédiments tertiaires sont très puissants et les marnes rouges et blanches sont partout bien visibles.

2° A 10 kilomètres de Teruel, en face de Caudet, la route atteint le sommet du plateau, qu'elle va suivre jusqu'au-delà de Villafranca; le Trias, qui forme l'axe du dôme, et le Jurassique inférieur sont alors à peine recouverts par les poudingues tertiaires, dont la puissance atteint 8 à 10 mètres dans la plaine cultivée de Torremocha, mais est réduite à quelques centimètres en face de Singra.

3° A partir de Monréal, les assises tertiaires sont de nouveau bien développées; elles présentent la même succession et la même faune qu'aux environs de Teruel, comme le montrent les nombreux ravins entamant le vaste plateau tertiaire qui occupe l'axe de la Chaîne Ibérique et s'étend de Cutanda (province de Teruel) jusqu'aux environs de Torrelapaja (limite des provinces de Saragosse et de Soria).

Pour bien montrer la constance de ces caractères généraux, je donnerai encore une coupe (fig. 46) prise aux environs de Villa-

feliche (province de Saragosse), perpendiculairement à la route de Teruel à Calatayud.

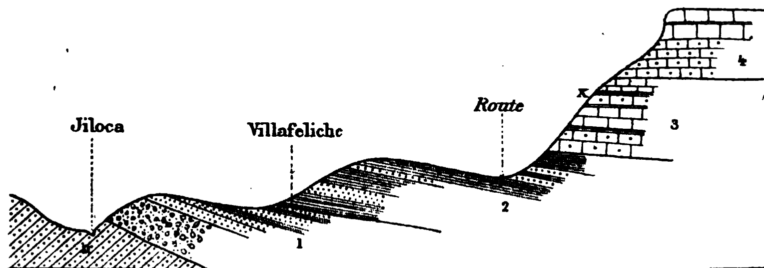


Fig. 46. — Coupe des environs de Villafeliche

a — Quartzites cambriens.
1 — Conglomérats, poudingues et marnes.
2 — Marnes rouges et blanches, avec quelques bancs de sable, 60 m.
3 — Marnes, calcaires marneux et grès calcarifères à *Planorbis Mantelli*, 50 m.
4 — Calcaires et grès calcarifères, 40 à 45 m.

Échelle des longueurs : $\frac{1}{10.000}$; des hauteurs : $\frac{1}{5000}$

Sur les quartzites cambriens, inclinés de 40° vers l'ouest, reposent :

1° Des conglomérats et des sables formés aux dépens des quartzites sous-jacents et visibles sur 30 mètres de puissance. A la partie supérieure, les lits de poudingues et de sable sont séparés par des assises marneuses, dont l'épaisseur va en augmentant, de sorte que l'on passe insensiblement à la zone suivante.

2° Marnes rouges, avec intercalation de quelques bancs de sable, sur lesquelles est établie la route de Calatayud; ces marnes rouges, souvent très argileuses, sont quelquefois exploitées pour la fabrication des tuiles et des poteries; la partie supérieure devient gypseuse et renferme même, aux environs de Daroca par exemple, des bancs de gypse, dont l'emplacement est marqué par des fours à plâtre assez nombreux.

3° Alternance de grès calcarifère, de marnes blanches et rouges et de calcaire marneux; les bancs de marnes sont fossilifères et, à la partie supérieure de la zone, j'ai trouvé, à Daroca et à Villafeliche, *Planorbis Mantelli* et *Hydrobia ventrosa*, qui permettent de rapporter ces assises au Miocène supérieur.

4° La série se termine par des calcaires et des grès calcarifères sans fossiles, qui forment la partie supérieure du plateau.

La succession est donc identique à celle que j'ai décrite près de Teruel; mais les marnes blanches fossilifères paraissent moins développées et moins fossilifères au nord de Daroca qu'aux environs de Concud et de Libros.

Formation et âge des bassins tertiaires du Nord de l'Espagne

Cette succession, comme je l'ai indiqué précédemment d'après les travaux de E. de Verneuil [**61 à 67**], se retrouve dans les bassins tertiaires de l'Ebre, du Douro et des Castilles. E. de Verneuil et Collomb [**61**] avaient montré, dès 1852, qu'un des traits caractéristiques de la géologie du Nord et du Centre de l'Espagne était la formation de *grands dépôts d'eau douce, restes d'anciens lacs* dans lesquels la sédimentation et la faune avaient été identiques ; les deux savants français avaient conclu de leurs études que *ces lacs étaient contemporains et que leur existence remontait à l'époque miocène*. L'existence de ces lacs d'eau douce, nécessairement très longue puisqu'en certains points l'épaisseur des dépôts tertiaires accumulés dépasse 350 mètres, *supposait une autre configuration de la péninsule*, les eaux de la Meseta ne pouvant évidemment compenser l'énorme évaporation dans les lacs.

L'année suivante, à la suite de son voyage en Espagne avec de Lorière, E. de Verneuil [**64**] renonçait, du moins pour le Bassin de l'Ebre, à l'hypothèse de l'existence d'un lac d'eau douce pendant tout le Miocène : l'étude des environs de Remolinos et de Valtierra, où les bancs de marnes alternent avec des couches puissantes de gypse, de sel et de sulfate de soude, fit penser au savant géologue français que le Bassin de l'Ebre avait été, à l'époque miocène, « un golfe baigné par la mer dans sa partie inférieure et occupé, dans sa partie supérieure, par les lacs salés dont la dessiccation a produit les divers sels qu'on y retrouve aujourd'hui ». Dans la même excursion, d'ailleurs, les deux géologues français avaient trouvé des calcaires pétris de *Potamides* et de *Cérithes* indéterminables entre Muniesa et Belchite et dans les collines de Fuendetodos (province de Saragosse).

L'existence des lagunes à l'époque tertiaire, acceptée en partie par Casiano de Prado [1], ne fut pas admise par la majorité des

1. Casiano de Prado. — Descripción física y geológica de la provincia de Madrid, 1864.

géologues espagnols. D. Botella y de Hornos, dans son étude sur les mers anciennes de la péninsule [10], décrit la formation de lacs d'eau douce qu'alimentaient d'une façon suffisante les eaux de pluie tombant sur le plateau ancien ; il attribue les dépôts de sulfates et de chlorures à des émanations suivies d'actions chimiques, avec précipitation des sels en raison inverse de leur solubilité.

M. de Cortázar, dans ses belles monographies des provinces de Valladolid [1], de Cuenca [26], de Teruel [27], admit l'existence de lacs d'eau douce, caractérisés par une faune à Lymnées et à Planorbes, nombreux surtout à la partie supérieure de la série tertiaire ; pour expliquer la présence du gypse, si abondant dans la zone moyenne, il supposa qu'il avait existé autrefois dans la région de nombreux geysers, avec sources sulfureuses et sources chargées de carbonate calcique et de sulfures alcalins ; en outre, comme les dépôts tertiaires sont (d'après les cartes géologiques espagnoles), entourés en grande partie par la formation triasique, les cours d'eau venant du plateau secondaire ont dû amener dans le lac une certaine quantité de sel emprunté au Trias. A différentes reprises, M. de Cortázar établit des comparaisons pétrographiques et paléontologiques entre les lacs d'Espagne et le Bassin tertiaire de Paris, où les mêmes phénomènes geysériens se seraient produits : il considère en particulier les marnes gypseuses comme représentant le Ludien et le Sannoisien (système « Priocène »).

En 1896, M. Calderon publia une étude très documentée sur la formation du sel et des sulfates dans le Tertiaire de l'Espagne [17]. Pour ce savant géologue, les différents sels qui se présentent en assises parfois très puissantes ne sont dus, ni à des éruptions, ni à des sources minérales dont la composition et l'emplacement auraient été très variés ; comme M. de Cortázar, il admet que les lacs tertiaires ne communiquaient pas avec la mer ; il les compare aux grands lacs actuels de l'Asie centrale et de l'Utah, dont la faune était primitivement lacustre [2], et dont les eaux se sont enrichies progressivement de différents sels amenés par les rivières : lorsque l'évaporation devient supérieure à l'apport, la concentration en certains points peut être suffisante pour que les sels se déposent.

M. Calderon explique donc de la façon suivante la formation des diverses assises tertiaires dans les lacs de la Péninsule :

1. D. DE CORTÁZAR. — Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valladolid. — *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*. 1877.
2. CHATARD. — *Amer. Journ. Scienc.*, XXXVIII, 1889.

1° La série inférieure, composée surtout de poudingues, de conglomérats et de grès, est due à un régime éminemment pluvieux ; les alternatives de poudingues, de grès fins et de sédiments quelquefois chimiques, proviennent des recrudescences et des diminutions dans l'apport des eaux.

2° La série moyenne correspond à une période où les eaux étaient vaseuses et la faune pauvre ; de petites îles se sont formées au milieu des lacs lorsque l'apport d'eau de pluie a diminué ; pendant les grandes sécheresses, les eaux se concentrent entre ces îles, et le gypse, le sel et les sulfates se déposent : aussi, les amas de gypse et des autres sels ne sont pas continus, mais se présentent fréquemment en lentilles, à des niveaux très variés.

Ces différents sels proviennent, pour la plus grande partie, des assises triasiques qui bordent les lacs : ils ont été dissous par les eaux courantes et transportés par les rivières ; quelques-uns ont pu se former par réactions chimiques dans des eaux concentrées.

Pour M. Calderon, le même phénomène s'est produit à l'Eocène supérieur dans le bassin de Paris, où le gypse est dû, non à des phénomènes geysériens, mais à une évaporation dans des lacs peu profonds ; les bancs de marnes intercalées proviendraient de l'apport par les fleuves tributaires.

3° Enfin les lacs, certainement peu profonds à la fin de l'époque terminale, ont été occupés par des eaux à courant marqué qui ont déposé les sédiments calcaires de la série supérieure.

Ainsi, suivant M. Calderon, le gypse, le sel et les sulfates se seraient déposés dans des lacs d'eau douce ; ils proviendraient du Trias, aujourd'hui profondément dénudé, qui entoure d'une façon presque ininterrompue les lacs miocènes.

Cette bande triasique apparaît nettement en effet sur les cartes géologiques d'Espagne ; mais les géologues espagnols ont rapporté au Trias les puissants calcaires dolomitiques, supérieurs aux marnes irisées, qui appartiennent vraisemblablement au Jurassique inférieur ; ce sont eux qui, assez souvent, bordent les lacs tertiaires ; dans la région que j'ai parcourue, les marnes irisées gypsifères du Trias supérieur, d'ailleurs relativement peu puissantes, ne forment qu'exceptionnellement la bordure des lacs tertiaires ; ceux-ci sont limités presque entièrement par les quartzites et les schistes primaires et par les calcaires jurassiques et crétacés.

J'admets la comparaison faite par MM. de Cortázar et Calderon

entre le Ludien et l'Oligocène du bassin de Paris et le Tertiaire moyen des lacs espagnols : ces dépôts de marnes avec gypse et sel se sont formés dans les mêmes conditions de sédimentation.

Les beaux travaux de Dieulafait [1] ont démontré que les dépôts gypsifères et salifères du Trias et du Tertiaire étaient sédimentaires et avaient dû se former dans des lagunes. Les nombreuses observations de M. Munier-Chalmas [2], le plus souvent inédites il est vrai, ont prouvé que la théorie de Dieulafait s'applique entièrement au Bassin de Paris : pendant l'Eocène moyen et supérieur et l'Oligocène, la communication de ce bassin avec la mer a souvent été difficile ou interrompue, et à la formation de golfes peu profonds et peu largement ouverts ou de lagunes, correspondent les dépôts de gypse et quelquefois de sel, lorsque la concentration des eaux a été suffisante.

Il en a été de même en Espagne pendant toute la période tertiaire. A la fin du Crétacé, la plus grande partie de la Péninsule se trouvait élevée au-dessus du niveau de la mer ; pendant l'Eocène inférieur, un affaissement se produisit dans le nord de l'Espagne, et à l'époque yprésienne, la mer s'étendait largement au nord des bassins de l'Ebre et du Douro, sur l'emplacement actuel des Pyrénées ; pendant que la mer déposait dans cette région les assises fossilifères de l'Yprésien, du Lutétien et du Bartonien, bien étudiées par M. Carez [3], elle s'étendait certainement plus au sud, couvrant une partie des bassins tertiaires de l'Ebre et du Douro ; mais là, les assises de base ne sont plus fossilifères : elles sont formées par des poudingues et des conglomérats dont les éléments sont de nature très variable et toujours empruntés aux roches immédiatement avoisinantes ; une partie de ces conglomérats a pu, d'ailleurs, être due à l'action des eaux descendant du plateau émergé.

Cette formation de poudingues n'était certainement pas uniforme, et des lagunes pouvaient s'établir en certains endroits, tandis que des grès se déposaient dans des localités voisines. Les premiers fossiles que nous trouvons dans ces assises sont *Lymnæa longiscata* et *Planorbis goniobasis*, caractéristiques du calcaire de Saint-Ouen ; leur présence, signalée par M. de Cortázar dans les provinces de

1. Dieulafait. — *Annales de Chimie et de Physique*, t. XII à XV. — *C. R. Ac. Sc.*, t. XCII et XCIV.

2. Munier-Chalmas in Bertrand. — Réunion extraordinaire de la Société géologique de France. — B. S. G. F. 3e série, t. XVII.

3. Carez. — Etude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne. Paris, 1881.

Valladolid [1] et de Cuenca [26] au milieu des argiles gypsifères du second groupe tertiaire, nous montre qu'à l'époque du Bartonien supérieur une partie des bassins du Douro et de la Manche était soumise au régime lagunaire ou laguno-lacustre ; la position de ces fossiles, dans des marnes supérieures aux puissants conglomérats de base, prouve que la formation tertiaire a débuté bien avant l'époque bartonienne, sans qu'on puisse d'ailleurs indiquer d'une façon précise la date de l'arrivée de la mer. Les dents de *Lophiodon Isselense* décrites par Gervais [2] et provenant du Tertiaire d'Espagne conduisent au même résultat.

Le même régime s'est certainement poursuivi pendant tout l'Eocène supérieur, et aux poudingues de Palassou correspond une partie des conglomérats et des marnes gypseuses des bassins tertiaires. A la fin de l'Eocène se produisirent les grands mouvements orogéniques qui ont amené la formation de la Chaîne des Pyrénées; ce grand mouvement d'ascension, comme tous les mouvements de moindre importance qui l'avaient précédé et qui l'ont suivi, a certainement eu sa répercussion dans les grands bassins tertiaires voisins, qui ont dû s'affaisser à cette époque et acquérir l'extension que nous leur connaissons aujourd'hui.

A la suite du grand soulèvement des Pyrénées, la communication des bassins de l'Ebre et du Douro avec la mer a dû être interrompue : le large détroit du nord de la province de Gerona était exondé, mais la mer pouvait peut-être encore pénétrer difficilement dans le nord de la péninsule par les provinces de Barcelona et de Tarragona. Les études de M. Larrazet [3] ont montré qu'aux environs de Bribiesca, dans le détroit qui réunissait le bassin de l'Ebre et celui du Douro, une riche faune lagunaire existait aux époques stampienne et aquitanienne ; les *Potamides Gaudryi* et *Munieri*, espèces voisines de *Pot. Lamarcki*, et l'*Hydrobia Dubuissoni* sont très abondants dans les assises de Castrillo del Val ; à de certains moments le régime franchement lacustre pouvait s'établir dans la région, comme le montre la présence des *Unio* dans une des assises décrites par M. Larrazet.

Ce que je viens de dire des bassins de l'Ebre et du Douro s'applique trait pour trait au bassin tertiaire du Tage qui, d'ailleurs, comme

1. D. DE CORTÁZAR. — Descripcíon física, geológica y agrológica de la provincia de Valladolid. — *Mem. Com. Map. geol. Esp.*, 1877.

2. GERVAIS. — Zoologie et paléontologie française, pl. 18, fig. 4. 1859.

3. LARRAZET. — Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos. Paris, 1896.

l'a indiqué de Verneuil, était très probablement en relation avec les deux précédents ; mais, en outre, le bassin du Tage devait communiquer plus ou moins largement avec la mer par les provinces de Valence et d'Alicante, et cette communication existait encore à l'époque stampienne : M. de Cortázar, en effet, a signalé [**26**] à l'est de la province de Cuenca, près de Cardenete et d'Enguinados, la présence d'un calcaire marin avec *Cytherea incrassata* et *Potamides Lamarcki*.

Dès le début du Miocène proprement dit, les trois grands bassins tertiaires devaient être isolés de la mer, et le régime lagunaire s'est poursuivi ; après le dépôt des marnes avec gypse, sel et sulfates, s'établirent successivement les régimes laguno-lacustre et lacustre ; c'est à ce moment que se formèrent dans les trois bassins les calcaires supérieurs à *Planorbis Mantelli*, *Lymnæa Heriacensis*, *Glandina inflata*, etc.

Cette faune d'Invertébrés est la seule que nous connaissions dans les lacs tertiaires du Douro, de l'Ebre et du Tage, et elle en caractérise toujours les assises terminales ; la faune des Vertébrés est un peu plus variée et *Anchitherium Aurelianense*, *Mastodon longirostris*, *Hipparion gracile* ont été signalés en d'assez nombreuses localités du Nord et de l'Est de l'Espagne.

A la fin du Miocène s'est produit un grand mouvement d'ascension ; les lacs ont été asséchés et les assises tertiaires portées à des hauteurs relativement grandes, mais variables suivant les bassins.

Le Tertiaire de la vallée de l'Idubeda, qui s'étend presque sans interruption du nord de Calatayud au sud d'Ademuz, relie les bassins de l'Ebre et du Douro avec ceux de Valence et de Cuenca. La mer tertiaire a dû pénétrer dans cette région au moment de la formation de la grande faille qui intéresse tout le plateau de l'Idubeda, occupe l'axe même de la Chaîne Ibérique et se retrouve nettement plus au sud, dans la vallée moyenne du Turia ; les descriptions locales que j'ai faites précédemment montrent que le Pontien seul est fossilifère et ne nous donnent aucune indication sur l'âge des marnes gypsifères et des poudingues sous-jacents. La détermination précise de cet âge ne pourra être faite qu'après une étude comparative très minutieuse, et probablement fort difficile, du Tertiaire de la vallée de l'Idubeda et du bassin de l'Ebre ; les rapports stratigraphiques que l'on pourra peut-être établir entre les assises de ces deux régions pourront seuls nous renseigner sur l'époque à

laquelle se sont formés les poudingues et les marnes de la province de Teruel ; il sera nécessaire pour cela de continuer les belles études faites par M. Palacios dans les provinces de Soria [1] et de Saragosse [**51**], situées au nord de la région que j'ai décrite.

Dans ces deux provinces, en effet, le savant ingénieur a montré qu'il existait au-dessus du Crétacé :

1° Des conglomérats, des sables et des argiles, en concordance avec les calcaires crétacés et ayant subi les mêmes mouvements qu'eux. Ces assises non fossilifères ont été rapprochées des *conglomérats supérieurs* des chaînes sous-pyrénéennes, en concordance également avec le calcaire nummulitique et le Crétacé, et redressés au moment du soulèvement de la chaîne pyrénéenne ; elles correspondraient donc à l'Eocène supérieur et probablement à une grande partie de l'Eocène moyen.

2° Une série de conglomérats, de grès, de marnes le plus souvent très gypsifères, et de calcaires avec moules de Gastropodes indéterminables, reposant en discordance sur les assises précédentes, et recouverte, également en discordance, par la zone terminale ; M. Palacios rapporte cette série à l'Oligocène.

3° Le Tertiaire se termine par des conglomérats, des marnes avec gypse et des calcaires souvent argileux ; toute cette série se présente en bancs horizontaux et constitue pour M. Palacios le Miocène proprement dit.

Peut-être pourrait-on rapprocher de l'Eocène de la province de Soria, les poudingues situés au sommet de la Sierra Palomera, qui ont participé aux mouvements de cette chaîne et qui sont redressés verticalement comme les calcaires du Jurassique inférieur de la Peña.

Les conglomérats situés à l'est d'Alfambra, aux environs de El Pobo, de Camarillas, de Mezquita, reposant sur le Jurassique et le Crétacé et dont l'altitude très élevée avait attiré l'attention de E. de Verneuil [**64**] appartiennent probablement aussi à cette première série de poudingues.

Mais, comme je l'ai dit précédemment, l'âge de ces conglomérats et des assises marneuses qu'ils supportent ne pourra être fixé qu'à la suite d'une étude minutieuse du Tertiaire de tout le Nord de l'Espagne.

1. Palacios. — Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria. — *Mem. Com. Map. geol. Esp.*, 1890.

PLEISTOCÈNE.

Le Pleistocène est peu développé dans le Sud de l'Aragon ; MM. de Cortázar et Palacios, dans leurs monographies des provinces de Teruel [27] et du Sud de Saragosse [51], en ont décrit la constitution pétrographique et l'extension. Dans les esquisses géologiques qui accompagnent ce travail, je n'ai représenté aucun dépôt pleistocène à cause de leur peu de superficie ou de leur faible épaisseur [1].

A l'ouest de la bande silurienne d'Atea (Chaîne Ibérique), la plaine d'Used et de Santed est recouverte par des débris de quartzites siluriens qui cachent complètement les affleurements du Trias ; cette formation récente, non fossilifère, est rapportée avec raison au Quaternaire par M. Palacios.

Des dépôts analogues, mais très peu étendus, se sont formés dans différents points des Chaînes Ibérique et Hespérique : au nord de Daroca et le long du vieux chemin qui conduit à Manchones, les assises quaternaires, dont la puissance peut atteindre 12 à 15 mètres, sont formées de débris de quartzites souvent à peine roulés, avec quelques bancs plus marneux ; les mêmes dépôts se retrouvent, d'après M. Palacios, à l'est du village de Herrera. — Aux environs de El Campillo, les bancs de poudingues formés de débris de quartzites alternant avec des marnes rouges sont très développés ; une grande partie de ces assises appartient certainement au Tertiaire et se relie directement au Miocène de la vallée du Guadalaviar que j'ai décrit dans le chapitre précédent (page 174) ; mais les poudingues de la partie supérieure, très puissants près du village même de El Campillo, seraient peut-être plus récents et appartiendraient à l'époque pleistocène.

Les dépôts d'alluvions sont en général très peu développés dans la Chaîne Hespérique ; les rivières qui descendent des Montes Universales coulent en effet dans des barrancos profonds et étroits et leur pente est le plus souvent assez forte ; toutefois j'ai pu observer

1. MM. de Cortázar et Palacios figurent, entre Villafeliche et Fuenferrada, une bande quaternaire dont la largeur varierait de 15 kilom. à 8 kilom. ; la coupe 46 (page 181), prise aux environs de Villafeliche, perpendiculairement à cette bande, montre que les assises tertiaires reposent directement sur le Cambrien ; elles ne sont pas recouvertes par le Diluvium indiqué sur la carte de M. Palacios. Il est possible que plus au sud dans la province de Teruel, aux environs de Cuencabuena et de Barrachina que je n'ai pas visités, le Quaternaire existe ; mais il est certainement moins développé que ne l'indiquent les cartes espagnoles, sur lesquelles des assises tertiaires non fossilifères ont dû être rapportées au Quaternaire.

plusieurs de ces dépôts dans la région d'Albarracin.— Entre Terriente et Moscardon, près du Moulin de Molina (page 157), la vallée est creusée dans des alluvions très nettes, formées de roches gréseuses et de tufs calcaires avec empreintes végétales. Les mêmes tufs se retrouvent plus au nord, dans le barranco que suit le chemin de Royuela à Calomarde ; ce ravin est presque entièrement creusé dans les calcaires dolomitiques de l'Infralias, et de chaque côté du petit ruisseau, j'ai observé des tufs très nets, dont la puissance atteint parfois plusieurs mètres.

Outre ces dépôts quaternaires non fossilifères, je dois signaler une caverne pleistocène creusée dans les calcaires crétacés de la Rocha. A 2 kilomètres à l'est d'Allueva, dans le calcaire bréchoïde danien à *Lychnus Pradoanus*, se trouve une grotte remplie d'argile à nombreux ossements ; elle est située presque sur le sommet du plateau, à 100 mètres environ au-dessus de la vallée actuelle ; son ouverture mesure $1^{m},10$ de hauteur sur $0^{m},80$ environ de largeur et un couloir étroit conduit dans une salle de 4^{mq} de superficie sur 1^{m} de hauteur ; cette salle, dont les parois présentent de nombreuses fissures, contenait une argile rougeâtre assez compacte, avec beaucoup d'ossements au milieu de blocs et de cailloux anguleux provenant du calcaire crétacé immédiatement supérieur. Grâce au concours bienveillant de M. Boule, assistant de Paléontologie au Muséum, j'ai pu reconnaître, parmi les fossiles provenant de cette grotte, les Mammifères suivants : *Equus caballus* de forte taille, *Sus*, *Cervus elaphus*, *Ursus arctos*, *Hyæna*, *Felis* de la taille du Lion.

Ces différents Mammifères se retrouvent dans le Pleistocène de toute la Péninsule : ils ont été signalés en particulier par Busk et Falconer dans leur belle étude sur les cavernes de Gibraltar [1].

En résumé, les dépôts quaternaires sont peu abondants dans tout le Sud de l'Aragon ; après le grand soulèvement qui, à la fin de l'époque pontienne, a porté les lacs tertiaires de l'Espagne à une altitude relativement élevée, les phénomènes de sédimentation deviennent à peine observables : le Pliocène marin n'est connu nulle part dans l'intérieur de la Péninsule et se trouve cantonné sur les côtes actuelles de l'Espagne ; dans toutes les provinces du Nord et de l'Est les dépôts pleistocènes sont toujours de peu d'étendue ou de peu d'épaisseur ; d'autre part, la faune des cavernes pleistocènes est toujours la même, des Pyrénées au détroit de Gibraltar.

1. BUSK et FALCONER. — On the Fossil Contents of the Genista Cave Gibraltar. *Quart. Journ.* XXI. 1865.

RÉSUMÉ DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA RÉGION

La Meseta, telle qu'elle a été comprise par MM. Calderon et Mac Pherson et définie par M. Suess, est limitée au N.-E. par un massif mésozoïque qui s'étend de Soria à Valence et qui est formé par les Chaînes Hespérique et Ibérique.

La région que j'ai décrite doit être considérée comme le bord de la Meseta ; elle a nécessairement participé aux grands mouvements du Plateau central de l'Espagne et a dû être soumise aux mêmes plissements. Les dépôts les plus anciens que l'on y rencontre présentent un caractère nettement détritique et n'ont pas été affectés par les actions métamorphiques puissantes qui, dans le centre de la Meseta, ont donné naissance à des roches cristallophylliennes ; il est, par suite, possible de décrire pas à pas l'histoire de la région depuis l'époque cambrienne.

Les dépôts CAMBRIENS, identiques à ceux que de Verneuil avait signalés au nord de Ciudad Real, dans la province de Léon et dans les Asturies, présentent la même faune que les dépôts contemporains dans la Montagne Noire et la Sardaigne.

Cette faune, caractérisée par les *Paradoxides rugulosus* de grande taille et les *Conocoryphe* du groupe de *C. Heberti*, démontre qu'à l'époque cambrienne la région appartenait à la même province zoologique que le Sud de la France et la Sardaigne, province qui a été désignée sous le nom de « province cambrienne méridionale ».

L'ORDOVICIEN et le GOTHLANDIEN, qui reposent en concordance sur le Cambrien et qui montrent la succession classique, présentent en général les mêmes caractères que dans la Montagne-Noire, les Pyrénées, les Asturies et la Galicie; toutefois il existe dans la région quelques différences secondaires de faciès : c'est ainsi que l'Ordovicien de la bande de Murero présente un faciès flysch très net, tandis que celui de la bande de Badules est moins gréseux et plus fossilifère.

Les mers ordovicienne et gothlandienne ont certainement recouvert toute la Meseta, et il est probable que tous les niveaux de ces deux étages doivent s'y trouver représentés, bien que les géologues espagnols n'y aient jusqu'ici signalé que les couches à *Bilobites* et à *Calymènes* et les assises à *Graptolithes*.

Au début du Gédinnien, il se produisit probablement, dans la région, quelques mouvements locaux; mais, d'une façon générale, la sédimentation semble avoir été ininterrompue entre le Silurien et le Dévonien, et la mer du Dévonien inférieur a dû occuper tout le Sud de l'Aragon. Si les dépôts que j'ai rapportés au Gédinnien ne sont pas fossilifères, il n'en est pas de même pour le Coblentzien qui présente une faune très riche, *identique* à celle qui a été rencontrée dans la Sierra Morena, les Monts de Tolède, le Nord de l'Espagne, les Pyrénées, la Montagne Noire et dans tous les gisements de l'Ouest de la France jusqu'au Cotentin.

Les sédiments primaires postérieurs au Coblentzien ne sont pas connus dans le Sud de l'Aragon ou du moins, s'ils existent, ils sont cachés par les dépôts triasiques. Les travaux de E. de Verneuil et des géologues espagnols ont toutefois démontré qu'à l'époque du Dévonien moyen il existait une mer largement ouverte au centre de l'Espagne et qu'on trouve des sédiments fossilifères du Dévonien supérieur dans les Asturies et dans toute la partie méridionale de la Meseta. La mer dinantienne occupait sensiblement la même région et recouvrait certainement le Nord de la Chaîne Ibérique, où le Carbonifère inférieur a été signalé par M. Larrazet.

A l'époque westphalienne, tout le Nord de l'Espagne fut probablement émergé, formant un vaste continent où s'établirent de petits bassins houillers, inconnus dans la région que j'ai étudiée, mais qui se rencontrent dans les provinces limitrophes de Guadalajara et de Cuenca; cette émersion d'une grande partie, sinon de la totalité, de la Meseta se continua pendant tout le Stéphanien et le Permien.

Au début du Trias, la mer reprit possession de toute la bordure de la Meseta, par un grand mouvement de transgression, général dans toute la Péninsule. Les dépôts triasiques, qui débutent par des sédiments détritiques grossiers (conglomérats et grès) présentent le faciès occidental. Après le dépôt de ces grès, il se produisit dans la région des différenciations, dues probablement à la formation de petits dômes locaux. En certains points il s'établit

immédiatement un régime lagunaire; dans d'autres, le régime marin persista pendant quelque temps, amenant le dépôt de sédiments calcaires; mais finalement la région fut uniformément envahie, à la fin du Trias, par un faciès lagunaire, bien caractérisé par la formation de marnes irisées gypsifères, renfermant parfois des dépôts de sel exploitables.

A ce régime lagunaire succède immédiatement un régime marin, qui envahit toute la bordure de la Meseta et qui amène le dépôt d'assises calcaires, alternant à la base, en quelques points, avec les marnes triasiques. Dans la région que j'ai étudiée, ces calcaires *dolomitiques* passent insensiblement, à leur sommet, aux calcaires gréseux fossilifères du Sinémurien supérieur, en sorte qu'ils doivent représenter l'*Infralias* et la base du *Sinémurien*. Ce faciès dolomitique existe sur toute la bordure de la Meseta, mais n'atteint pas toujours les mêmes assises; c'est ainsi que dans la province de Logroño il n'affecte que le Sinémurien et qu'au contraire, dans celle de Burgos, les couches dolomitiques ne dépassent pas l'Infralias.

Le CHARMOUTHIEN de la province de Teruel présente un faciès calcaréo-gréseux, sans Ammonites, tandis que plus au nord il est formé, de la base au sommet, par des calcaires très riches en Céphalopodes; ces différences de faciès sont tout à fait analogues à celles qui ont été observées par M. Glangeaud sur la bordure du Plateau Central.

A l'époque TOARCIENNE, il existe une plus grande uniformité dans la sédimentation sur le bord de la Meseta, et la province de Teruel présente le même facies calcaréo-marneux, riche en Ammonites, que la province de Burgos, l'Aquitaine et le Bassin de Paris.

Cette uniformité persiste durant tout le JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR dont les différentes zones, depuis le Bajocien inférieur jusqu'au Séquanien supérieur, sont bien représentées et le plus souvent constituées par des dépôts calcaires très riches en Ammonites. Leur faune, absolument identique à celle qui a été décrite en détail pour l'Aquitaine, la Normandie, la Souabe, etc., et caractérisée par l'absence des genres *Phylloceras* et *Lytoceras*, confirme bien l'opinion émise par Neumayr, qui comprenait le Nord-Est de l'Espagne dans sa « *zone extra-alpine.* »

Toutefois, on peut observer que tandis que le Séquanien de la Chaîne Ibérique présente ce faciès calcaire à nombreuses Ammonites, les dépôts contemporains de la Chaîne Hespérique, plus

voisins de la Meseta, sont des assises calcaréo-gréseuses à Brachiopodes et Echinides, c'est-à-dire montrent l'indice d'un faciès plus littoral.

Les dépôts terminaux du Jurassique manquent dans la partie du Sud de l'Aragon que j'ai décrite, et il en est de même des premières assises du Crétacé; il s'est vraisemblablement produit, pendant le Kimeridgien, des mouvements qui ont amené l'émersion du bord de la Meseta et qui ont rejeté la mer vers l'est, sur les confins du royaume de Valence. En effet, tandis que, dans cette région, le Crétacé existe absolument complet, depuis le Néocomien jusqu'aux couches daniennes à *Lychnus*, les premières assises crétacées *fossilifères* de la Chaîne Ibérique sont barrémiennes et celles des Monts Hespériques appartiennent au Gault. L'étude des Montes Universales montre l'existence, pendant la période albienne, d'une première transgression de la mer crétacée de l'est vers l'ouest, qui n'est d'ailleurs que le prélude de la grande transgression cénomanienne, dont l'existence a été reconnue d'une façon si générale.

Le Cénomanien présente dans le Sud de l'Aragon le faciès à Ostracées, si développé dans les régions méditerranéennes et particulièrement en Algérie.

Le Turonien et le Sénonien, qui ne sont bien développés que dans le grand plateau crétacé d'Aliaga et de Morella, sont toujours peu ou non fossilifères, et le Danien est représenté par les calcaires à *Lychnus* de Fortanete et de Segura qui sont très localisés.

Vers la fin de l'époque crétacée, il se produisit, comme d'ailleurs dans presque toute la péninsule ibérique, une complète émersion; celle-ci a dû commencer plus tôt dans les points les plus voisins de la Meseta, en particulier dans la Chaîne Hespérique qui paraît s'être émergée vers la fin du Turonien, tandis que la Chaîne Ibérique renferme les dépôts crétacés supérieurs jusqu'aux calcaires à *Lychnus*.

La première trace d'une invasion marine à l'époque tertiaire dans le Nord de l'Espagne date de l'Yprésien; pendant l'Eocène moyen et supérieur, la mer occupait vraisemblablement une grande partie des bassins tertiaires de l'Ebre, du Douro et du Tage, où se déposaient des sédiments variés : en certains points des conglomérats, les uns marins, d'autres formés dans des estuaires; dans d'autres points, des marnes gypsifères, indiquant déjà l'existence de lagunes d'évaporation ; en d'autres points encore, des calcaires laguno-lacustres à *Lymnæa longiscata* et *Lophiodon Isselense*.

La région montre nettement la trace des grands mouvements qui, vers la fin de l'Eocène, donnèrent naissance à la Chaîne des Pyrénées. La communication des bassins de l'Ebre et du Douro avec la mer était probablement interrompue dès le début de l'OLIGOCÈNE, tandis que les sédiments marins de l'époque stampienne à *Cytherea incrassata* se déposaient dans la partie orientale du bassin du Tage.

Au début du MIOCÈNE, toute communication des trois grands bassins tertiaires avec la mer paraît avoir été complètement supprimée et le régime laguno-saumâtre définitivement établi. Ce régime, semblable à celui qui existait dans le Bassin de Paris à l'époque ludienne, a donné naissance à de puissants dépôts de marnes et de gypse, parfois accompagnés de sel gemme et des autres sels habituels aux lagunes d'évaporation.

Le régime laguno-saumâtre fit place progressivement à un régime laguno-lacustre, caractérisé par des Planorbes et des Lymnées, que l'on rencontre partout en Espagne à la partie supérieure des assises tertiaires.

L'âge des assises terminales est fixé par le fait que l'on trouve, au milieu des couches à *Planorbis Mantelli*, la faune de Mammifères de Pikermi (*Hipparion gracile*).

A la fin du Miocène supérieur, les grands lacs de l'Espagne furent asséchés et relevés à une hauteur relativement considérable, et les dépôts pliocènes marins sont inconnus dans l'intérieur de la Péninsule.

Quant au PLÉISTOCÈNE, il n'est représenté dans le Sud de l'Aragon que par quelques tufs calcaires à végétaux et l'argile à ossements des cavernes.

Ces dépôts, très peu nombreux, n'ont changé en rien l'orographie générale de la région, constituée d'une façon définitive dès la fin du Portien ; les érosions pliocènes et pleistocènes ont seules exercé une action plus ou moins grande sur le relief du Sud de l'Aragon dont l'histoire géologique est complètement terminée à la fin du Miocène.

La formation des grands anticlinaux qui constituent les Chaînes Ibérique et Hespérique, est vraisemblablement en relation avec l'affaissement plus ou moins lent des dépressions tertiaires avoisinantes. C'est de la même époque que datent les nombreuses failles, visibles dans tout le Sud de l'Aragon et toutes parallèles aux axes des deux cordillères ; la seule qui soit réellement importante

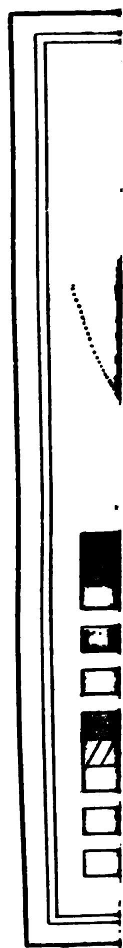
jalonne la vallée tertiaire de l'Idubeda et est aujourd'hui cachée par les sédiments miocènes qui relient les bassins tertiaires de l'Ebre et du royaume de Valence.

En résumé, il résulte de l'exposé qui précède, que l'histoire géologique du Sud de l'Aragon est très complexe et que, sauf pour les dépôts marins du Pliocène, d'ailleurs très localisés en Espagne, cette histoire nous a fourni tous les grands traits de la formation de la Péninsule Ibérique.

TABLE DES MATIÈRES

Lille. — Imprimerie Le Bigot Frères, rue Nicolas-Leblanc, 25.

Pl. I



Pl. II DE L'EXTRÉMITÉ





